L. Vlasov D. Trifonov



EDITURA ŞTIINŢIFICĂ ŞI ENCICLOPEDICĂ

L. Vlasov D. Trifonov



EDITURA ŞTIINŢIFICĂ ŞI ENCICLOPEDICĂ

L. VLASOV • D. TRIFONOV

107 povestiri despre chimie

Locuitorii casei mari



O scurtă privire asupra Sistemului periodic

Prima impresie lăsată de o privire rapidă asupra Sistemului periodic este, de obicei, neconcludentă; uneori îl lasă pe observator indiferent, alteori îl surprinde. Și, deodată va face la fel ca eroul binecunoscutei anecdote, care, văzând o girafă la grădina zoologică, a exclamat: „nu poate fi adevărat!”

Dar chiar o primă cunoaștere a unui lucru sau fenomen, o privire fugitivă asupra acestuia, clacă vreți, este uneori utilă.

Sistemul periodic al elementelor poate fi cu greu denumit lucru sau fenomen. Este mai degrabă un soi de oglindă care reflectă esențialul uneia din cele mai vechi legi ale naturii, legea periodicității. Este codul comportării urmat de peste 100 de elemente descoperite pe pământ sau obținute artificial de om. Un set de reguli, așa cum există pretutindeni în „casa cea mare” a elementelor chimice.

O primă privire asupra acestei „case” ne relevă multe lucruri. Prima impresie este una de surpriză, ca și cum în mijlocul unui

cartier ele case tip zărim, deodată, o casă cu o arhitectură ciudată, dar elegantă.

Ce surprinde la Tabelul lui Mendeleev? Să începem cu faptul că perioadele, etajele lui, au diferite paliere.

Primul etaj *, sau prima perioadă, are doar două camere sau boxe. Al doilea și al treilea au câte opt. Următoarele două etaje (al patrulea și al cincilea) au câte 13 camere fiecare, ca într-un hotel. Următoarele două (al șaselea și al șaptelea) au chiar mai multe, fiecare câte 32.

** Spre deosebire de o casă obișnuită, etajele „casei mari'* a lui Mendeleev (Sistemul periodic) sunt numărate de la ultimul la primul pentru că orice etaj nou, ce găzduiește noile elemente, va fi adăugat la sfârșitul tabelului.*

Aceasta este forma „casei mari" a elementelor chimice, cunoscută sub numele de Sistemul periodic.

Capriciul arhitectului? Nicidecum. Orice clădire trebuie să fie proiectată conform legilor fizicii; altfel cea mai mică adiere de vânt ar răsturna-o.

Legile fizicii care stau la baza arhitecturii Sistemului periodic sunt stricte și spun că fiecare perioadă a Tabelului lui Mendeleev va conține un număr definit de elemente. De exemplu, prima perioadă are nici mai mult nici mai puțin de două elemente.

Este ceea ce afirmă fizicienii, iar chimiștii sunt întrutotul de acord cu ei.

Dar ei nu au fost de acord întotdeauna. A fost e vreme când fizicienii nu scoteau niciun cuvânt, pentru că legea periodicității încă nu începuse să le dea bătaie de cap. Dar chimiștii, care descopereau aproape în fiecare an noi elemente, găseau din ce în ce mai greu un loc unde să-i plaseze pe noii veniți. Erau situații supărătoare, când exista o întreagă coadă de pretendenți pentru o pătrățică a tabelului.

Nu puțini oameni de știință erau sceptici. Unii au declarat chiar, solemn, că edificiul Tabelului lui Mendeleev a fost construit pe nisip. Unul dintre aceștia a fost chimistul german Bunsen, care împreună cu prietenul său Kirchhoff a descoperit metoda de analiză spectroscopică. Dar când era vorba de legea periodicității, Bunsen avea o părere surprinzător de puțin științifică. „La fel de bine s-ar putea găsi regularități în cifrele buletinelor de rezervă” – a exclamat el odată, într-o criză de mânie. Au existat și înaintea lui Mendeleev eforturi de a aranja cele peste 60 de elemente chimice, atunci

cunoscute, într-o formă ordonată, dar fără prea mult succes. Probabil că englezul Newlands a fost cel mai aproape de adevăr. El a sugerat legea octavelor.

Aranjând elementele în ordinea crescătoare a greutăților atomice, Newlands a găsit că, la fel ca în muzică, unde fiecare a opta notă o repetă pe prima, la un nivel mai înalt, proprietățile fiecărui al optulea element seamănă cu ale primului. Dar reacția la descoperirea lui Newlands a fost dură: „De ce nu ai încercat să aranjezi elementele în ordinea alfabetică? Ai putea găsi și aici unele regularități” – spuneau unii.

Ce putea să răspundă bietul Newlands acestor sarcastici oponenți. La început Tabelul lui Mendeleev nu a fost prea norocos. Arhitectura lui a fost ținta unor atacuri furioase, pentru că o mare parte din el rămânea obscur și necesita explicații. Era mai ușor de a descoperi o jumătate de duzină de noi elemente, decât de a găsi poziția lor sigură.

Doar la primul etaj lucrurile se prezentau mai satisfăcător. Nu exista pericolul supraaglomerării cu locuitori. Acest etaj este locuit acum de hidrogen și heliu. Sarcina nucleară a atomului de hidrogen este +1, iar cea a heliului de + 2. Este clar că nu sunt și nu pot exista alte elemente între ele. Nu există nuclee sau alte particule în natură a căror sarcină să fie un număr fracționar" Recent, totuși, fizicienii

teoreticieni și-au pus persistent întrebarea dacă există „quarks", acele particule primare, din care poate fi construit nucleul atomic, respectiv protonii și neutronii. Se presupune că quarks-i au sarcini fracționare: + 1/3 și – 1/3. Dacă există quarks-i, „aranjamentul material" al universului apare într-o lumină nouă.

Cum i-au trimis astronomii pe chimiști la vânătoare de gâște sălbatice

„Nu mi-a trecut niciodată prin minte că Sistemul periodic ar putea începe, precis, cu hidrogenul.”

Cui credeți că îi aparțin aceste cuvinte? Ele ar putea aparține, cel mai probabil, unuia din mulțimea de cercetători sau amatori care și-au propus să elaboreze un nou sistem periodic, al lor propriu, sau de a-l aranja pe cel existent într-un mod convenabil. Diversitatea sistemelor periodice, determinată de apariția lor, nu era mai mică decât proiectele celebrei mașini „perpetuum mobile”.

Ei bine, fraza în ghilimele a fost scrisă de însuși Mendeleev. Ea a apărut în faimoasa sa carte „Fundamentele chimiei”, un manual folosit la timpul său de zeci și sute de studenți.

Și acum se pune întrebarea, de ce s-a înșelat autorul legii periodicității?

Pe vremea sa existau toate condițiile pentru comiterea unor astfel de greșeli. Elementele erau aranjate în Tabel în ordinea creșterii greutății atomice. Greutatea atomică a hidrogenului este de 1,008, a heliului de 4,003. Totuși, de ce nu s-a presupus că s-ar putea să existe elemente cu greutăți atomice de 1,5; 2,3 și așa mai departe. Sau elemente mai ușoare decât hidrogenul, cu greutăți atomice mai mici de o unitate?

Mendeleev și mulți alți chimiști credeau că acest lucru este posibil. Ei erau susținuți de astronomi, reprezentanții unei științe foarte îndepărtate de chimie. Noi îndrăznim să spunem că sprijinul lor a fost involuntar.

Au fost astronomi care au demonstrat că pot fi descoperite noi elemente nu numai în laborator și nu numai prin analiza mineralelor terestre.

Studiind eclipsa totală de Soare din 1868, astronomul englez Lockyer și astronomul francez Janssen au trecut lumina provenită de la coroana solară printr-o prismă spectroscopică. În domeniul ales al liniilor spectrale, ei au descoperit un grup de linii care nu putea aparține nici unui element cunoscut pe pământ. Așa a fost descoperit heliul, numele venind de la grecescul „solar”. Abia după 27 de ani,

fizicianul și chimistul englez William Crookes a descoperit heliul pe Pământ.

Descoperirea lui s-a dovedit contagioasă. Astronomii au început să-și îndrepte telescoapele spre stele și nebuloase îndepărtate. Constatările au fost publicate cu exactitate în anuarele astronomice și unele și-au găsit drum chiar în revistele de chimie. Acestea erau constatări care tratau despre pretinse descoperiri ale noilor elemente în spațiul nelimitat al universului. Acestor elemente ei le-au dat nume pompoase, cum ar fi coroniu și nebuliu sau protofluor. În afara numelui, chimiștii nu știau nimic despre ele. Dar, ținând minte sfârșitul istoriei cu heliul, ei s-au grăbit să-i plaseze pe acești necunoscuți în Sistemul periodic. I-au pus înaintea hidrogenului sau în spațiul dintre hidrogen și heliu, nutrind speranța că, odată, în viitor, noi savanți Crookes ar dovedi că atât coroniul cât și nu mai puțin misterioșii lui prieteni ar exista pe Pământ.

Dar odată ce fizicienii au atacat Sistemul periodic, aceste speranțe s-au zdruncinat. S-a constatat că greutățile atomice nu constituiau o regulă pe care se putea conta pentru legea periodicității. Ele au fost înlocuite cu sarcina nucleară sau numărul atomic al elementelor.

În Sistemul periodic, trecând de la un element la altul, această sarcină crește de fiecare dată cu o unitate.

Timpul trecea și instrumente astronomice mai precise spulberau mitul misterioasei nebuloase. Necunoscutele s-au dovedit a fi atomi de elemente cunoscute, atomi ce au pierdut unul dintre electroni, dând spectre neobișnuite.

„Cărțile de vizită” ale necunoscutelor cerești s-au dovedit false.

Un element cu două fețe

Probabil că, în timpul unei lecții de chimie la școală, ați auzit următorul dialog: Profesorul:

— În ce grupă a Sistemului periodic se află hidrogenul?

Elevul:

— În prima. Și aceasta pentru că, la fel ca celelalte elemente ale grupei întâi, metalele alcaline, litiul, sodiul, potasiul, rubidiul, cesiul și

franciul, atomul de hidrogen are doar un electron în singurul său strat electronic *

Celelalte elemente menționate din grupa întâi au câte un electron pe ultimul lor strat electronic.

Ca și ele, hidrogenul are o valență pozitivă (+1) în compușii săi chimici. În sfârșit, hidrogenul este capabil să înlocuiască unele metale din sărurile lor.

Sunt toate acestea adevărate? Da, dar numai pe jumătate…

Chimia este o știință exactă și chimiștilor nu le plac jumătățile de măsuri. Hidrogenul este, în acest sens, un exemplu convingător.

Ce are comun hidrogenul cu metalele alcaline? Doar valența lui de +1; doar același aranjament al straturilor electronice exterioare. Hidrogenul este un gaz și un nemetal. Hidrogenul formează molecule diatomice. Restul elementelor grupei întâi sunt metale clasice și sunt cele mai active din punct de vedere al relațiilor chimice.

Agitându-și singurul său electron, hidrogenul încearcă să se deghizeze în veșmântul unui metal alcalin. Dar ei este doar un lup în piele de oaie.

„Casa cea mare” este astfel concepută, încât, elementele înrudite locuiesc unul deasupra celuilalt, pe fiecare scară, cuprinzând grupe și subgrupe ale Sistemului periodic. Aceasta este legea pentru locuitorii „casei mari”. Hidrogenul, nimerind în grupa I, încalcă inevitabil această lege.

Dar unde să se ducă bietul hidrogen? Cele nouă grupe, nouă scări ale „casei mari” sunt pline.

Heliul, vecinul de palier al hidrogenului, și-a găsit apartament în ceea ce se numește grupa zero. Locurile din restul grupelor (II—VII) sunt vacante.

Vedeți deci, câte posibilități există pentru rearanjarea primului etaj, pentru a-i găsi hidrogenului un adevărat „loc sub soare”.

Nu ar putea locui el în grupa a II-a, cu metalele al-calino-pământoase, în frunte cu beriliul?

Nu, ele nu au nicio asemănare cu hidrogenul; a treia, a patra, a cincea și a șasea grupă refuză și ele să aibă de-a face cu hidrogenul. Dar grupa a VII-a? Ia stați! Halogenii, fluorul, clorul,

bromul etc, ocupanții acestei grupe, sunt gata să întindă o mână prietenească hidrogenului.

...Imaginați-vă o întâlnire între doi copii: – Câți ani ai?

— Destul de mulți.

— Și eu la fel.

— Eu am o bicicletă.

— Și eu la fel.

— Ce este tatăl tău?

— Șofer de camion.

— Iuhu —! Și al meu.

— Hai să fim prieteni.

— Hai!

— Ești un nemetal? I-a întrebat fluorul pe hidrogen.

— Da.

— Ești un gaz?

— Exact.

— Și noi la fel, spune fluorul, dând din cap spre clor.

— Moleculele mele sunt formate din doi atomi, adăugă hidrogenul.

— Ei bine, ce spui despre asta? spune fluorul surprins.

— La fel ca noi.

— Și poți dobândi valență negativă, acceptând electroni? Noi facem cu mare plăcere acest lucru!

— Sigur că pot. Formez cu metalele alcaline compuși hidrogenați numiți hidruri, în care valența mea este de —1.

— Ei bine, atunci apucă-te de treabă și să fim prieteni!

Și hidrogenul și-a găsit locuință în grupa a 7-a, dar nu pentru mult timp, căci, după ce au ajuns să-l cunoască ceva mai bine, unul dintre halogeni a remarcat dezamăgit:

— Ascultă aici, frate. Nu pari a avea mulți electroni în stratul electronic exterior, nu-i așa? Doar unul, de fapt… Ca cei din grupa I.

N-ar fi mai bine să te duci înapoi la metalele alcaline?

Vedeți ce problemă dificilă are hidrogenul; sunt multe camere, dar niciuna nu poate fi ocupată de el permanent, cu drepturi depline.

Dar, de ce? Cum se explică acest dualism al hidrogenului? Ce-l face atât de ieșit din comun?

Proprietățile specifice ale oricărui element chimic devin evidente când acesta se combină cu alte elemente. Atunci el dă sau primește electroni, care fie că părăsesc stratul electronic exterior, fie că intră în acesta. Când nu element pierde toți electronii de pe ultimul strat, restul straturilor rămân neschimbate. Acesta este cazul tuturor elementelor, în afară de hidrogen. Când hidrogenul se desparte de singurul său electron, rămâne nucleul atomic, adică un proton, acesta fiind de fapt nucleul atomului de hidrogen (deși nu întotdeauna nucleul constă numai dintr-un proton, dar asupra acestei probleme vom reveni). Chimia hidrogenului este unică în felul său. Pentru că este chimia unei particule elementare, protonul. Deci reacțiile implicând hidrogenul se desfășoară sub influența protonilor.

De aceea, hidrogenul este atât de inconsecvent.

Primul și cel mai surprinzător

Hidrogenul a fost descoperit de faimosul fizician englez Henry Cavendish, care era „cel mai bogat dintre învățați și cel mai învățat dintre bogați”, după cum spunea unul dintre contemporanii săi. Putem adăuga că: era și cel mai meticulos dintre oamenii de știință.

Se spune că atunci când Cavendish lua o carte din propria-i bibliotecă, întotdeauna își punea în locul ei cartea de vizită. Cel mai liniștit dintre savanți, devotat în întregime cercetării științifice, întotdeauna absorbit de știință, avea reputația unui pustnic excentric. Ori acestea erau tocmai calitățile care făceau posibilă descoperirea noului gaz, hidrogenul. Și, credeți-ne, nu era o treabă ușoară!

El a făcut descoperirea în 1766, iar în 1783 profesorul francez Charles a făcut să zboare primul balon umplut cu hidrogen.

Hidrogenul a fost și pentru chimiști o descoperire prețioasă. El i-a ajutat să descifreze structura acizilor și bazelor, aceste foarte importante clase de compuși chimici. El a devenit un reactiv de laborator indispensabil pentru precipitarea metalelor din soluțiile de săruri și pentru reducerea oxizilor metalici. Și dacă am presupune că hidrogenul nu a fost descoperit în 1766, ci, să spunem, o jumătate de secol mai târziu (astfel de lucruri s-ar fi putut întâmpla), progresul chimiei în teorie și practică ar fi fost întârziat pentru mult timp.

Când chimiștii au început să cunoască îndeajuns hidrogenul și practicienii să-l folosească pentru producerea de substanțe importante, acest gaz a atras atenția fizicienilor. Studiul lui le-a furnizat multe informații care au îmbogățit considerabil cunoștințele științifice din acea vreme.

Aveți nevoie de încă o dovadă? În primul rând hidrogenul se solidifică la o temperatură mai mică decât alte lichide sau gaze (excepție face heliul), la —259,1°C; în al doilea rând atomul de hidrogen i-a dat posibilitatea fizicianului danez Niels Bohr să emită o teorie a aranjării electronilor în jurul nucleului atomic, fără de care sensul fizic al legii periodicității nu ar fi putut fi pătruns. Aceste realități au constituit baza altor foarte importante descoperiri.

Astfel fizicienii au trecut ștafeta rudelor celor mai apropiate prin meserie, astrofizicienilor, care studiază compoziția și structura stelelor. Astrofizicieni au stabilit că hidrogenul este elementul nr. 1 în univers. Este componenta principală a Soarelui, stelelor, nebuloaselor și „umplutura” de bază a spațiilor interstelare. În spațiul extraterestru există mai mult hidrogen decât toate celelalte elemente chimice laolaltă. Nu ca pe Pământ, unde conținutul său se ridică la mai puțin de 1%.

Oamenii de știință consideră hidrogenul punctul de plecare al unui lung șir de transformări al nucleului atomic, șir care a dus la formarea tuturor elementelor chimice, a tuturor atomilor, fără excepție. Soarele nostru și toate stelele sunt luminoase datorită reacțiilor termonucleare care au loc în ele, implicând transformarea hidrogenului în heliu, cu eliberarea unei cantități imense de energie. Chimist proeminent pe Pământ, hidrogenul este și un chimist remarcabil în spațiul extraterestru.

O altă proprietate remarcabilă a hidrogenului este aceea că atomul său emite radiații având o lungime de undă de 21 cm. Aceasta este considerată o constantă universală pentru că este aceeași în tot universul. Oamenii de știință și-au pus problema realizării de comunicații radio cu alte lumi locuite de ființe superioare utilizând unde de hidrogen. Dacă aceste lumi sunt într-adevăr locuite de ființe superioare, ele trebuie să aibă idee de ceea ce înseamnă 21 cm.

Câte feluri de hidrogen există pe Pământ?

Premiul Nobel este cea mai mare distincție care se poate acorda unui om de știință. Sunt și au fost mulți oameni de știință în lume, dar, numai ceva mai mult de 100 clin ei au fost distinși cu premiul

Nobel pe care l-au primit pentru cea mai remarcabilă dintre cele mai remarcabile descoperiri.

Trei dintre premiații din 1932 au fost Murphy, Urey și Brickwedde.

Mai demult se credea că există pe Pământ doar un singur fel de hidrogen, cel cu masa atomică 1. Murphy și colegii săi au descoperit un al doilea fel de hidrogen, de două ori mai greu. Acesta este izotopul hidrogenului cu greutatea atomică 2. Izotopii sunt varietăți ele atomi cu aceeași sarcină nucleară dar cu greutate atomică diferită, cu alte cuvinte, nucleii izotopilor conțin același număr de protoni dar un număr diferit de neutroni.

Se cunosc izotopi pentru toate elementele chimice, unii dintre ei existând în natură, alții fiind obținuți artificial prin reacții nucleare.

Izotopul hidrogenului al cărui nucleu este format doar dintr-un proton se numește protiu și are simbolul ^{1}H. Acesta este singurul nucleu atomic care nu conține deloc neutroni (o altă proprietate unică a hidrogenului).

Adăugind un neutron la acest proton, rezultatul va fi un nucleu al unui izotop de hidrogen numit deuteriu (^{2}H sau ^{2}D). Protiul este de departe mult mai răspândit în natură decât deuteriul, constituind peste 99% din cantitatea de hidrogen existentă.

Dar există și o a treia varietate de hidrogen, cu doi neutroni în nucleu. Acesta este tritiul (^{3}H sau ^{3}T), care se formează continuu în atmosferă sub acțiunea radiațiilor cosmice. El se formează doar ca să dispară din nou, foarte repede. Este radioactiv și se descompune trecând într-un izotop al heliului (Heliu-3). Tritiul este un element foarte rar; cantitatea în care se găsește, în toată atmosfera Pământului, este numai de 6 g. Există doar un singur atom de tritiu în fiecare 10 cm^3 de aer. De curând s-au obținut izotopi mai grei ai hidrogenului, ^{4}H și ^{5}H, dar ei sunt foarte instabili.

Simplul fapt de a avea izotopi nu deosebește hidrogenul de celelalte elemente chimice. Ceea ce-l diferențiază este faptul că izotopii săi diferă net în ceea ce privește proprietățile lor și în primul rând în ceea ce privește proprietățile fizice. Izotopii altor elemente nu se deosebesc esențial între ei.

Fiecare varietate de hidrogen are propria-i personalitate și se comportă diferit în reacțiile chimice. De exemplu, protiul este mai activ decât deuteriul. Studiind comportarea izotopilor hidrogenului, oamenii de știință au creat o ramură cu totul nouă în știință, cunoscută sub numele de chimia izotopilor. Chimia pe care noi o cunoaștem se ocupă de elemente luate ca un întreg, considerând toți izotopii laolaltă; radiochimia se ocupă în exclusivitate cu studiul izotopilor, dând posibilitatea cercetătorilor să urmărească diferitele procese chimice în cele mai mici amănunte.

Chimia = fizică + matematică!

Ce ați zice despre un antreprenor care după ce a construit o clădire căreia i-a pus acoperișul ar cere designerilor să calculeze dacă totul a fost bine făcut?

Sună ca într-un episod dintr-o comedie, nu-i așa?

Totuși așa s-a întâmplat și cu Sistemul periodic al elementelor. Întâi a fost construită „casa cea mare” și elementele locuiau fiecare în apartamentul său. Chimiștii au făcut din Tabelul lui Mendeleev scopul cercetării lor, dar de ce se repetă proprietățile elementelor mult timp nu au putut spune.

Explicația a fost dată de fizicieni. Ei au calculat rezistența structurii Sistemului periodic și descoperirile lor au fost remarcabile. Au găsit că el a fost construit absolut în deplină concordanță cu toate legile „mecanicii chimice”, așa că nu putem să nu admirăm deosebita intuiție și înțelepciunea profundă a chimistului Mendeleev.

Fizicienii au început să studieze structura atomului în detaliu.

Miezul atomului îl constituie nucleul. În jurul lui se rotesc electronii, al căror număr este egal cu numărul de sarcini pozitive al nucleului. Hidrogenul are un electron, potasiul 12, uraniul 92. Cum se rotesc

ei? Haotic, ca un roi de molii în jurul unui bec sau într-o ordine definită?

Pentru a răspunde la această întrebare oamenii de știință trebuiau să recurgă ia noile teorii fizice și să dezvolte noi metode matematice. Și iată ce au găsit: electronii se rotesc în jurul nucleului pe orbite diferite, ca planetele în jurul Soarelui.

„Câți electroni există pe fiecare orbită? Orice număr sau un număr limitat? – au întrebat chimiștii.

„Un număr strict limitat!” – au replicat fizicienii. „Toate straturile electronice posedă o capacitate finită.”

Fizicienii au simbolurile lor proprii pentru straturile electronice. Ei folosesc literele *K, L, M, N, O, P,* și *Q* care desemnează straturile electronice în ordinea depărtării de nucleu.

În colaborare cu matematicienii, fizicienii au descris o schemă detaliată, indicând câți electroni conține fiecare orbită.

Stratul K poate avea numai 2 electroni. Primul apare la atomul de hidrogen iar al doilea la atomul de heliu. De aceea prima perioadă a Tabelului lui Mendeleev conține doar două elemente.

Stratul L poate găzdui mai mulți electroni și anume 8. Primul electron al acestui strat îl găsim în atomul de litru iar ultimul în atomul de neon. Elementele de la litiu la neon formează perioada a II-a a sistemului lui Mendeleev.

Câți electroni sunt în straturile următoare?

Stratul M conține 18, N 32, O 50, P 72 etc. Dacă două elemente au straturile electronice exterioare identice atunci și proprietățile lor sunt similare. De exemplu, litiul și sodiul conțin câte un singur electron în ultimul strat. Aceasta explică plasarea lor în aceeași grupă a Sistemului periodic și anume în prima.

De menționat că numărul grupei este egal cu numărul electronilor de valență.

Și acum concluzia: straturile electronice exterioare cu o structură identică se repetă periodic.

De aceea proprietățile elementelor se repetă și ele periodic.

Ceva mai multă matematică

Există o logică în orice lucru. Chiar și cel mai neobișnuit fenomen are o logică, care, fiind imperceptibilă la început, poate da naștere la neconcordanțe. Neconcordanțele sunt neplăcute pentru orice teorie sau ipoteză. Aceste neconcordanțe fie că dezvăluie falsitatea teoriei, fie te fac să reflectezi adânc. Și acest lucru nu poate decât să ajute ia soluționarea problemelor.

Iată un exemplu de astfel de neconcordanțe. Doar în primele două perioade ale Tabelului lui Mendeleev domnește egalitatea. Există atâtea elemente în fiecare din aceste perioade câți electroni au straturile electronice exterioare corespunzătoare. Astfel, în atomii elementelor primei perioade, hidrogenul și heliul, stratul K este ocupat. El nu poate conține mai mult de doi electroni și astfel în prima perioadă există numai două elemente. La atomii elementelor perioadei a doua stratul de opt electroni se completează de la litiu la neon în întregime, de aceea perioada a doua conține opt elemente.

Să numărăm elementele din perioadele următoare. Sunt opt în perioada a treia, 18 în perioada a patra, 18 în perioada a cincea, 32 în perioada a șasea și de asemenea 32 în perioada a șaptea (incompletă încă). Dar straturile corespunzătoare? Aici, cifrele. Sunt diferite: 18, 32, 50, 72…

Oare nu ne pripim dacă susținem că în încercarea de a explica structura tabelului periodic, fizicienii nu au găsit niciun defect în

construcția lui? Ar fi fost o treabă bună dacă straturi electronice definite ar fi ocupat regulat locuințele fiecărui etaj al „casei mari” și dacă fiecare palier ar începe cu un metal alcalin și ar sfârși cu un gaz inert. Capacitatea fiecărei perioade ar fi egală atunci cu capacitatea stratului electronic…

Din păcate, suntem obligați să vorbim despre asta la condițional, dacă, dacă. A treia perioadă a tabelului lui Mendeleev are mai puțini locuitori decât electroni în stratul al treilea, M. Și așa mai departe. O tristă nepotrivire… Dar această nepotrivire menține cheia esenței Sistemului periodic.

Acum, fiți atenți: deși a treia perioadă se termină doar cu argonul, stratul M al ultimului atom nu este complet. Un astfel de strat ar trebui să conțină 18 electroni și nu numai 8. Argonul este urmat de potasiu care aparține perioadei a patra, fiind ultimul locuitor al etajului patru. Dar în loc să-și plaseze ultimii electroni în stratul trei, atomul de potasiu preferă să-i aibă în stratul patru, N. Acesta nu este un accident ci din nou o regularitate strictă, stabilită de fizicieni, și anume că niciun atom nu poate avea mai mult de 8 electroni în stratul exterior. Condiția de 8 electroni exteriori este un aranjament foarte stabil.

La calciu, vecinul de locuință al potasiului, cel mai apropiat electron găsește că este „mai avantajos” să ocupe stratul cel mai

exterior pentru că atunci conținutul de energie al atomului de calciu este mai mic decât în oricare distribuție electronică. La scandiu însă, care urmează calciului, tendința de a ocupa stratul exterior al atomului dispare. Electronul lui „plonjează” în stratul penultim, incomplet. Și cum stratul are 10 locuri libere (știm deja că maximum de capacitate este 18) atomii următoarelor 10 elemente, de la scandiu la zinc, ocupă treptat, stratul M. La sfârșit, adică la zinc, toți electronii stratului M sunt la locul lor, după care începe, din nou, să se completeze stratul N. Îndată ce el conține 8 electroni, avem gazul inert kripton. La rubidiu, se repetă vechea poveste: stratul cinci înaintea stratului patru.

O astfel de completare pas cu pas a straturilor electronice este un „standard de comportare” pentru locuitorii Tabelului periodic, de la perioada a patra în sus, Aceasta este o regulă strictă, de bază, a elementelor chimice din „casa cea mare”.

Din această cauză, subgrupele principale se deosebesc de cele secundare. Elementele în care straturile electronice exterioare sunt completate sunt cuprinse în subgrupele pricipale. Cele în care sunt completate structurile interioare formează subgrupele secundare.

Dar stratul N nu este ocupat într-o singură etapă. Completarea lui se desfășoară pe trei perioade ale „casei mari”. Primul electron al stratului apare la potasiu, care ocupă apartamentul 19, iar al 32-lea

apare la luteţiu, un reprezentant al perioadei a şasea. Numărul lui atomic este 71.

După cum vedeţi, în încercarea de a explica nepotrivirea amintită, noi (chimiştii) şi fizicienii am realizat cea mai bună „înţelegere” în ceea ce priveşte structura sistemului periodic.

Cum au venit chimiştii în întâmpinarea neprevăzutului

Probabil că aţi citit interesantul roman al lui H. Wells despre invazia Pământului de către marţieni, numit „Războiul lumilor”.

Vă aduceţi aminte că după ce ultimul marţian este omorât şi viaţa pe Pământ renaşte, oamenii de ştiinţă revenindu-şi din şocul pe care l-au suferit s-au grăbit să studieze ceea ce au lăsat vizitatorii neaşteptaţi de pe planeta vecină. Dintre aceste lucruri îi interesa misteriosul praf negru pe care marţienii l-au folosit pentru a distruge viaţa pe Pământ.

După câteva experimente nereuşite care s-au sfârşit cu explozii teribile, ei au ajuns la concluzia că substanţa ghinionistă este un

compus al gazului inert argon cu unele elemente necunoscute încă pe Pământ.

Astfel, marele scriitor de *science-fiction* a anticipat o descoperire greu de crezut pentru chimiștii acelor vremuri, care erau absolut siguri că argonul nu se putea combina cu niciun alt element, în niciun fel de condiție. Un mare număr de experiențe practice a dus la această concluzie.

O soluție care nu a adus nicio consolare

Chiar și Mendeleev a fost la început surprins. El s-a aventurat să sugereze ideea că argonul nu era un element cu totul nou. Era, spunea el, un fel de compus al azotului cu trei atomi în moleculă: (N_3), la fel ca ozonul (O_3), care există alături de molecula de oxigen.

În cele din urmă, faptele l-au convins pe Mendeleev de eroarea lui, și a sfârșit prin a recunoaște că Ramsay avea dreptate. Așa că acum toate cărțile din lume l-au recunoscut pe cercetătorul englez, ca descoperitor al grupului de gaze nobile și nimeni nu a încercat să schimbe acest lucru.

...De 20 de ani, N. Morozov, membru al grupului „Narodhaya Volya” lâncezea în temnița din Fortul Schlusselburg. În anii puterii sovietice, el a devenit însă un om de știință recunoscut în întreaga lume. Zidurile impenetrabile ale închisorii de piatră nu au fost capabile să-i distrugă dorința de a cerceta sau să-l țină departe de activitatea științifică. Studiile sale s-au materializat într-un număr de idei și ipoteze îndrăznețe și originale, în închisoare, Morozov și-a terminat studiul dedicat Sistemului periodic. În el prezicea existența elementelor inactive chimic.

Cu timpul, Morozov a realizat că gazele inerte au fost deja descoperite și că ele și-au găsit locul în Tabelul elementelor.

Se spune că Morozov l-a vizitat pe Mendeleev nu mult înaintea morții acestuia și că cei doi mari compatrioți au avut o lungă conversație despre legea periodicității.

Mendeleev a murit cu puțin înaintea rezolvării misterului lipsei de reactivitate a gazelor nobile. Iată care era secretul.

Fizicienii, care atât de des au venit în sprijinul chimiștilor, au stabilit că un strat exterior de 8 electroni este foarte stabil. Și, deci, nu este logic ca el să dea sau să primească electroni.

Astfel, rațiunea pentru „noblețea” gazelor inerte erau cei 8 electroni în stratul exterior (sau doi electroni, în cazul atomului de

heliu). Stratul cu 2 electroni al heliului nu este mai puțin stabil decât cel cu 8 electroni ai altor ioni chimici.

Un alt lucru clar pentru chimiști, adăugarea grupei zero la Tabelul periodic, nu reprezenta o măsură forțată; fără ea Sistemul periodic era o clădire neterminată, pentru că fiecare perioadă se sfârșește cu un gaz inert, după care începe să se completeze următorul strat electronic, astfel ca să înceapă formarea următorului palier al „casei mari”.

După cum vedeți, totul pare simplu. În ciuda numelui lor aristocratic, gazele nobile manifestau și o oarecare abilitate de a face ceva practic: heliul își găsea întrebuințări la umplerea baloanelor și dirijabilelor și venea în ajutorul scafandrilor împotriva emboliei. Lumina argonului și neonului decorează orașele noaptea.

Dar poate „totuși se învârtește”! Poate există ceva ce fizicienii nu au elaborat sau nu au calculat încă, sau poate chimiștii nu au epuizat toate încercările de a face ca substanțele să reacționeze una cu alta?

Argonul a fost numit gaz inert. Cuvântul vine de la grecescul inactiv. Argonul face parte din grupul de substanțe chimice „leneșe” care cuprinde heliul, neonul, kriptonul, xenonul și radonul.

În Sistemul periodic, ele formează, datorită valenței lor egală cu zero, grupa zero. Atomii gazelor inerte nu sunt capabili nici de a primi nici de a accepta electroni.

Ce n-au făcut chimiștii cu ele pentru a le face să reacționeze! Le-au încălzit la temperaturi la care cele mai refractare metale trec în lichide fierbinți. Au trecut prin ele un curent electric și le-au supus atacului celor mai agresivi agenți chimici. Totul în zadar!

Acolo unde alte elemente au cedat de mult și au intrat în reacție chimică, gazele inerte rămâneau pasive. „Va pierdeți vremea!”, păreau a le spune investigatorilor. „Nu avem nicio dorință de reacționa. Suntem mai presus de aceasta!" Și aroganța lor a câștigat un alt nume, acela de gaze „nobile". Atunci acest titlu avea o nuanță ironică *.

** Denumirile de „gaze nobile” și „gaze inerte” sunt în prezent înlocuite prin cea de „gaze rare”.*

Ramsay, care a descoperit heliul în mineralele terestre, avea dreptate să fie mândru; el a prezentat lumii un element chimic nou, care exista. Unul chimic! Sir William Ramsay ar fi plătit oricât pentru a determina heliul să se comporte ca alți locuitori al Tabelului periodic, adică să se combine cu hidrogenul, sau cu sulful, astfel

încât eminenții profesori să poată vorbi despre oxizi și săruri ale heliului.

Dar la heliu, primul element din grupa gazelor inerte, experiențele nu i-au reușit. La sfârșitul secolului trecut, savanții englezi Ramsay și Rayleigh au descoperit neonul și argonul, kriptonul și xenonul. Mai târziu, radonul a închis lista elementelor „leneșe”. Toate erau elemente cu greutăți atomice proprii lor. Sincer vorbind, cu greu puteai să definești ca fiind „chimic”, vreunul dintre elementele acestea.

Și astfel oamenii de știință au pus această familie arogantă a gazelor nobile la sfârșitul Tabelului lui Mendeleev, adăugind o grupă nouă pe care au numit-o grupa zero. Și au scris în textele chimice că există elemente care nu sunt capabile de a forma compuși chimici în nicio condiție.

Era o lovitură pentru oamenii de știință: împotriva voinței lor, 6 elemente ieșeau din sfera de activitate a chimiei.

În căutarea unei idei „trăsnite” sau cum au încetat gazele inerte să mai fie inerte

„Două linii paralele nu se intersectează niciodată” afirma geometria prin Euclid, cel mai mare matematician al antichității.

„Nu-i așa, ele trebuie să se intersecteze!” a declarat omul de știință Nikolai Lobacevski, la mijlocul secolului trecut.

Și astfel s-a născut o geometrie nouă, cunoscută ca geometria neeuclidiană.

„Aiureală și trăncăneală” au spus despre ea mulți dintre oamenii de știință. Dar dacă n-ar fi fost geometria neeuclidiană noi n-am fi avut nici teoria relativității nici ideile îndrăznețe ale legilor care guvernează structura universului.

Mulți dintre noi am citit, fără îndoială, „Hiperboloidul inginerului Garin” de A. Tolstoi.

„Excelentă *science-fiction*” – a fost verdictul criticilor literari din întreaga lume.

„Ficțiune care nu poate deveni niciodată realitate” au repetat oamenii de știință.

Tolstoi a murit doar cu 15 ani înainte ca primul cristal de rubin să emită o radiație de o strălucire și putere nemaiauzită și ca laser-ul să devină cunoscut nu numai pentru specialiști.

...Chimiștii entuziaști au continuat să creadă ferm în posibilitatea de a depăși încăpățânarea nemaiauzită a gazelor inerte. Dacă ne-am apuca să răsfoim paginile îngălbenite ale revistelor științifice din aceste timpuri am găsi niște articole curioase care arătau că oamenii de știință nu au renunțat niciodată la speranța de a introduce gazele inerte în sfera activității lor.

Formule neobișnuite ne privesc din aceste pagini. Ele ne vorbesc de substanțe neobișnuite, compuși ai heliului cu mercurul, paladiul, platina și alte metale. Doar un singur lucru era greșit: aceștia nu erau compuși chimici ca cei pe care trebuia să-i obținem. În ei stratul de electroni ai heliului rămânea neschimbat și compușii existau doar la temperaturi foarte mici, în „împărăția lui zero absolut”…

Dacă întoarcem paginile revistelor de chimie am ajunge în fața altei însemnări: chimistul sovietic Nikitin a preparat un compus al xenonului și radonului cu apa, fenonul și alte lichide organice: Xe 6H_2O și Rn • 6H_2O. Aceștia sunt stabili în condiții obișnuite, pot fi obținuți, dar…

Dar, legătura chimică nu are nimic de a face cu acești compuși. Atomii de xenon și radon respectă fidel perfecțiunea stratului lor exterior: 8 electroni sunt și 3 electroni rămân. Trecuseră mai mult de 15 ani de când gazele inerte fuseseră descoperite, dar „căruța nu se clintise din loc”.

...Secolul XX, cel mai furtunos și de neuitat dintre toate secolele istoriei omenești, se apropie de sfârșit și oamenii de știință vor rezuma succesele gândirii științifice din ultimii 100 de ani. Sfârșitul listei descoperirilor remarcabile va include pe un loc important „producerea de compuși chimici ai gazelor inerte". Și un comentator entuziast va adăuga una din cele mai senzaționale descoperiri. Senzaționale? Mai degrabă o istorie romantică. Sau istoria a cât de simplă este uneori soluția unei probleme care pentru zeci de ani a tulburat mintea numeroșilor oameni de știință cu rezolvarea ei…

În zilele noastre, chimia seamănă cu un copac puternic, cu o coroană imensă, întinsă pretutindeni. Nu mai este posibil pentru nicio persoană de a studia chiar și o ramură în întregime. Un cercetător singur trebuie să depună o muncă imensă pentru a studia o singură crenguță, un mugure sau o rămurică vizibilă. Cunoașterea întregii ramuri ca un tot presupune mii de investigări.

„Crenguța" studiată de chimistul canadian Neil Bartlett a fost un compus numit în limba chimiștilor hexafluorură de platină, având formula PtF_6. Nu a fost întâmplător faptul că el a dedicat atât de mult timp și efort acestei substanțe. Compușii fluorului cu metalele grele sunt substanțe foarte importante, de mare importanță pentru știință și practică. Una din întrebuințările lor este separarea izotopilor uraniului, uraniul-235 de uraniul-238, în ingineria nucleară. Separarea unui izotop de celălalt este un proces foarte complicat,

dar el poate fi îndeplinit cu ajutorul hexafluorurii de uraniu, UF_6. În plus, fluorurile metalelor grele sunt substanțe foarte active.

Bartlett a reactivat PtF_6 cu oxigen și a obținut un compus foarte curios. Oxigenul este conținut în el sub forma unei molecule O_2 încărcată pozitiv, o moleculă care și-a pierdut un electron. Și ce-i atât de neobișnuit în asta? Neobișnuit este faptul că este foarte dificil de a rupe un electron din molecula de oxigen, pentru că acest lucru necesită multă energie. S-a stabilit că hexafluorura de platină este capabilă de a îndepărta un electron din molecula de oxigen.

Îndepărtarea unui electron din straturile exterioare ale atomilor gazelor inerte necesită, de asemenea, multă energie. Există aici o regularitate în conformitate cu care cu cât gazul inert este mai greu cu atât cantitatea de energie necesară este mai mică. Și s-a găsit că este mai ușor ca să faci să plece din atomul de xenon unul dintre electronii săi decât să îndepărtezi un electron din molecula de oxigen.

Și așa… Aici începe lucrul cel mai interesant! Bartlett a decis să facă ca hexafluorura de platină să fure un electron de la atomul de xenon. Și a avut succes – primul compus chimic al unui gaz inert s-a născut în 1962. De aceea el arăta așa: $XePtF_6$. Și este destul de stabil. Nimic asemănător compușilor heliului cu platina sau mercurul.

Și bobul abia vizibil a început să încolțească. Mugurul care a început să crească ca un bambus a devenit o nouă direcție în chimie, chimia gazelor inerte. Nu cu mult în urmă mulți oameni de știință erau încă foarte sceptici. Astăzi ei au la dispoziție peste 30 de compuși chimici ai gazelor inerte, în principal fluoruri ale xenonului, kriptonului și radonului.

Și astfel. Mitul infailibilității straturilor exterioare electronice ale gazelor nobile s-a destrămat.

Dar cum este structura moleculară a diferiților compuși ai gazelor inerte? Oamenii de știință sunt abia la începutul înțelegerii lor. S-a arătat că atomii pot avea un „stoc” mai mare de valențe decât s-a crezut anterior.

Pe vremuri conceptul de valență era bazat pe recunoașterea stabilității speciale, a infailibilității stratului cu 8 electroni. Acum, chimiștii se întreabă dacă totul era așa de clar în aceste teorii? Poate voi dragi cititori veți contribui la dezvăluirea noilor legi în aceste probleme…

O altă neconcordanță? Cum trebuie acționat?

...Se spune că odată un om a intrat într-un institut de cercetare cu un pliant sub braț. El și-a întins hârtiile înaintea oamenilor de știință și a declarat pe un ton ce nu suferea nicio obiecție:

„Tabelul lui Mendeleev trebuie să aibă 7 grupe de elemente, nici mai mult nici mai puțin”.

„Cum asta?” au întrebat cu surprindere oamenii de știință.

„Foarte simplu. Numărul 7 ascunde un sens profund! Sunt 7 culori în spectru, 7 note în scara muzicală…„

Era clar că omul din fața lor nu era chiar întreg la minte. De aceea chimiștii i-au replicat în glumă:

„Nu uita că sunt și șapte găuri în capul omului!” a spus unul dintre ei, zâmbind.

„Și șapte pilde de învățătură!”, a adăugat un altul.

Lucrurile s-au petrecut întocmai, într-un institut de cercetări din Moscova.

Istoria Sistemului periodic a cunoscut multe asemenea întâmplări. S-au făcut încercări peste încercări pentru a-l remodela, dar de multe ori ele erau rezultatul acțiunii celor care doreau să fie originali.

Marea descoperire a lui Mendeleev și-a aniversat în 1969 o sută de ani. Și când te gândești că în urma acestei date chiar chimiștii serioși au ajuns la concluzia că ceva va trebui să se schimbe în Sistemul periodic.

A fost o vreme când chimiștii nu puteau să denumească elementele grupei zero, elemente chimice. Acum este însă invers. Este mai degrabă nepotrivit să numești aceste elemente ale grupei zero, inerte. Abia a trecut o lună și revistele de chimie publicau câteva articole despre elementele iner… iertați-mă, elementele grupei zero.

Din diferite țări vin informații despre sinteza noilor compuși ai kriptonului, xenonului și radonului. Xenonul bi-, tetra- și hexavalent, kriptonul tetravalent, termeni care erau, acum zece ani, de neimaginat, devin obișnuiți.

„Coșmarul fluorurilor xenonului atârnă deasupra Tabelului lui Mendeleev!” – exclamase cu oroare un «eminent om de știință.

Deși ei exagerase puțin, acest „coșmar” trebuia să se sfârșească odată și odată. Dar cum?

Iată ce au sugerat oamenii de știință: trimiteți conceptul de „grupă zero” la arhiva istoriei științei și plasați gazele inerte în grupa a 8-a, considerând că ele au 8 electroni în stratul lor exterior…

Dar stai! în tabelul lui Mendeleev, grupa a 8-a este deja „construită”. Această grupă conține 9 elemente: fier, cobalt, nichel, ruteniu, rodiu, paladiu, osmiu, iridiu și platina.

Ce s-ar putea face?

Pe de altă parte, chimiștii au ajuns la o altă nepotrivire. Aspectul familiar al Tabelului periodic trebuie să fie schimbat, și asta foarte rapid.

Simplu, dar nu ușor de realizat căci există o piedică, care nu este alta decât „bătrâna” grupă a 8-a. Unde s-o plasezi?

„Omnivorul”

Iată ce a spus eminentul savant sovietic A. E. Fersman. „Deoarece lumea nu a cunoscut un element mai fioros, natura nu a produs o substanță chimică mai activă decât personajul principal al acestei povestiri”. În natură nu se găsește în stare liberă ci doar sub formă de compuși.

Denumirea lui în limba engleză este „fluorine” și vine de la latinescul fluo, care înseamnă a zbura.

În limba rusă se numește ftor și derivă de la grecescul „distrugător”. Aceasta este a doua dar nu mai puțin importanta trăsătură a acestui reprezentant al grupei a 7-a a Tabelului lui Mendeleev.

„Calea spre fluorul liber trece prin tragedia umană” s-a spus… ceea ce nu este lăudabil. Omul a descoperit 104 elemente. În căutarea de substanțe noi, simple, cercetătorii au întâmpinat o mulțime de dificultăți, au cunoscut multe dezamăgiri, au devenit victimele unor curioase erori. Depistarea urmelor de elemente necunoscute i-a costat pe oamenii de știință un mare efort.

Fluorul, elementul fluor în forma lui liberă, a costat vieți.

În încercarea de a obține fluorul liber lista pierderilor suferite este lungă și tristă. Knox, membru al Academiei Irlandeze de Științe, chimistul francez Niklesse, cercetătorul belgian Layette, toți au căzut victimă „omnivorului”. Mulți alții au suferit răni serioase. Printre ei, chimiștii francezi Gay-Lussac și Thenard și chimistul englez Humphry Davy. Au fost, fără îndoială, și cercetători necunoscuți, pe care fluorul s-a răzbunat pentru încercarea lor insolentă de a-l izola din compușii săi.

La 26 iunie 1876, când Henry Moissan a raportat Academiei Franceze de Științe că a obținut, în sfârșit, fluorul liber, avea un bandaj negru peste unul din ochi…

Chimistul francez Moissan a fost primul care a descoperit cum arată elementul fluor în stare liberă.

Și trebuie să fie adevărat că multor oameni de știință le era teamă să lucreze cu acest element.

În secolul XX, oamenii de știință au găsit metode să înfrâneze furia fluorului, au găsit mijloace să-l facă folositor. Chimia acestui element a devenit acum un larg câmp independent al chimiei anorganice.

„Geniul” teribil al sticlei a fost subjugat, iar eforturile numeroșilor luptători pentru obținerea fluorului liber, pe deplin răsplătite.

Multe tipuri de frigidere moderne folosesc ca agent de răcire freonul. Chimiștii au un nume mai complicat pentru această substanță, difluorodiclormetan, fluorul fiind un constituent indispensabil al acesteia.

Deși „distrugător”, fluorul poate forma compuși inofensivi care nu ard și nu se descompun și sunt insolubili în hidroxizi și acizi; fluorul liber nu-i atacă iar temperaturile foarte joase sau schimbările bruște de temperatură nu au nicio influență asupra lor. Unii compuși sunt

solizi, alții lichizi. Ei se numesc fluorocarburi și sunt produși de om, natura fiind incapabilă să-i inventeze. Unirea dintre fluor și carbon a devenit foarte folositoare, fluorocarburile fiind utilizate ca agent de răcire la motoare, pentru impregnarea țesăturilor speciale, ca lubrifiant sau izolator pentru diferite tipuri de echipament din industria chimică.

În momentul în care oamenii de știință au fost preocupați de metodele de stocare a energiei nucleare, a devenit necesară separarea izotopilor uraniului, uraniul-235 și uraniul-238. Și acest lucru, foarte complicat, a fost îndeplinit cu ajutorul compusului numit hexafluorură de uraniu.

Fluorul a fost cel care i-a ajutat pe chimiști să dovedească că gazele inerte nu erau deloc niște „deșeuri” chimice, așa cum s-a crezut. Primul compus al gazului inert hexon a fost compusul său cu fluorul.

Și așa a început perioada de „muncă” a fluorului.

„Piatra filozofală” a lui Henning Brand

Trăia odată, în Evul Mediu, în orașul german Hamburg, un negustor pe nume Henning Brand. Nu știm cât de descurcăreț era în tranzacțiile sale comerciale dar putem afirma că avea despre chimie o idee foarte vagă.

El nu a putut rezista ideii de a încerca să devină omul cel mai bogat din lume. Totul părea simplu; ceea ce avea de făcut era să găsească renumita „piatră filozofală”, care, pretindeau alchimiștii, putea preschimba în aur chiar o bucată de stâncă.

...Anii treceau. Numele lui Brand era din ce în ce mai puțin pomenit în conversațiile dintre negustori, iar când își aminteau de el dădeau cu tristețe din cap. Între timp Brand dizolva, amesteca, separa și calcina diferite minerale și amestecuri iar mâinile îi erau acoperite cu arsuri provocate de acizi și substanțe alcaline.

Iată însă că într-o seară norocul i-a surâs negustorului nostru. În fundul retortei sale se putea observa o substanță albă ca zăpada, care, arzând cu repeziciune, forma un fum gros, asfixiant. Și lucrul cel mai curios era că lumina în întuneric. Lumina rece pe care o emana era atât de strălucitoare că Brand putea să citească la ea tratatele sale vechi de alchimie (pentru el aceste tratate luaseră locul scrisorilor și chitanțelor de afaceri).

...Astfel, printr-o simplă întâmplare a fost descoperit elementul chimic numit fosfor. Numele lui vine de la. Grecescul „purtător de

lumină”.

Fosforul este componentul principal al multor compuși fosforescenți. Vă amintiți de renumitul câine din Baskerville pe care voia să-l vâneze Sherlock Holmes? Gura lui era mânjită cu fosfor!

Niciun alt reprezentant al Tabelului periodic nu posedă o asemenea proprietate.

Proprietățile sale utile importante sunt multiple.

Odată, chimistul german Moleschott a spus:

„Fără fosfor nu există gândire”. Ceea ce este adevărat, pentru că țesuturile cerebrale conțin mulți compuși ai fosforului.

Nici viața nu poate exista fără fosfor. Fără procese respiratorii nu se poate trăi, iar mușchii n-ar putea stoca energie. Fosforul este, deci, o „cărămidă” importantă a organismului; să ne gândim doar la faptul că fosfatul de calciu este componentul principal al țesutului osos.

Însuflețirea neînsuflețitului nu este la fel de bună ca piatra filozofală?

De ce strălucește fosforul?

Deasupra fosforului alb există întotdeauna un nor de vapori de fosfor. Acești vapori se oxidează, degajând o mare cantitate de energie care, excitând atomii de fosfor, determină fosforescența.

Aroma prospețimii sau trecerea cantității într-o calitate concretă

După o furtună atmosfera devine mai curată. Aerul este clar și plin de prospețime.

Și acesta nu este doar o imagine poetică. Trăsnetul duce la formarea în atmosferă a gazului numit ozon, gaz ce face aerul mai curat.

Ozonul este în principal oxigen. Diferența este că molecula de oxigen conține doi atomi, în timp ce molecula de ozon conține trei.

O_2 și O_3 – ar putea un atom în plus sau în minus să determine o diferență atât de mare?

Da, ozonul și oxigenul sunt substanțe în întregime diferite.

Fără oxigen nu există viață; ozonul în cantități mari omoară orice ființă. După fluor, este cel mai puternic agent de oxidare. Dacă îl combinăm cu substanțe organice, le distruge imediat. Metalele, cu excepția aurului și platinei, sunt atacate de ozon, trecând rapid în oxizi.

Ozonul e cu „două fețe”! „Asasin” al formelor vii, el este și promotorul vieții pe pământ.

Acest paradox este ușor de explicat. Radiațiile solare nu sunt uniforme. Ele conțin și ceea ce se cunoaște sub numele de raze ultraviolete (UV). Dacă toate aceste radiații ar atinge suprafața Pământului, viața ar fi imposibilă, pentru că ele poartă o imensă cantitate de energie, fatală pentru organismele vii.

Din fericire doar o mică parte din radiațiile UV ale Soarelui ating suprafața Pământului. Cele mai multe își pierd energia în atmosferă, la o altitudine de 20—30 km. La acest nivel al păturii de aer ce acoperă planeta noastră există o mare cantitate de ozon care absoarbe razele UV.

De altfel, una din recentele teorii ale originii vieții pe Pământ leagă apariția primului organism de perioada formării stratului de ozon în atmosferă.

Oamenii au nevoie de ozon și încă într-o cantitate mare.

Ei, și în primul rând chimiștii au nevoie de mii și mii de tone de ozon.

Industria chimică ar fi încântată să folosească uluitoarea putere de oxidare a ozonului.

Muncitorii din industria petrolului ar fi bucuroși să-se „închine” în fata ozonului.

Petrolul multor zăcăminte petrolifere conține sulf. Țițeiurile acide, cum au fost denumite, produc mari greutăți, pentru simplul motiv că determină corodarea echipamentului utilizat, de exemplu, în boilerele centralelor electrice. Cu ajutorul ozonului, sulful din aceste țițeiuri poate fi îndepărtat și utilizat la obținerea de acid sulfuric, dublându-se sau triplându-se producția existentă.

Noi consumăm apă clorurată. Deși este inofensivă „gustul ei este mai puțin plăcut decât cel al apei de izvor. Tratată cu ozon apa potabilă nu mai conține bacterii patogene și capătă chiar un gust plăcut.

Ozonul poate reîmprospăta cauciucurile vechi de automobile, poate înălbi celuloza, lâna și mai sunt încă multe lucruri care se pot face cu ajutorul lui. Tocmai de aceea oamenii de știință și inginerii se preocupă de design-ul unor ozonizoare industriale de mare capacitate.

Acesta este ozonul! O_3 ; nu este mai puțin important, decât O_2. Filozofia a formulat de mult principiul dialectic al transformării cantității într-o nouă calitate. Exemplul oxigenului și ozonului este manifestarea cea mai grăitoare a dialecticii în chimie.

Oamenii de știință cunosc și o moleculă cu patru, atomi de oxigen, O_4. Acest „cuartet” este foarte instabil și, ca atare, proprietățile sale încă necunoscute.

Atât de simplă și totuși atât de minunată!

Înainte de război rula la cinematograf o comedie simplă, „Volga, Volga”, în care un sacagiu cânta un cântec vesel despre felul cum își mina caii săi leneși.

„Apa este necesară orișiunde

Fără ea nu ești niciunde”…

Cântecul a avut un mare succes, devenind chiar proverb.

Deși simplu, el poartă implicații profunde, pentru că apa este într-adevăr substanța nr. 1 în viață. Un atom de oxigen, plus doi atomi de hidrogen. Este probabil una din primele formule chimice pe care ați învățat-o. Încercați să vă imaginați ce ar deveni planeta noastră dacă apa ar dispărea de pe ea, deodată.

...„Abisuri create în mări și oceane, găuri acoperite cu un strat gros de sare altădată dizolvat în apă. Albiile râurilor secate, izvoare care nu vor mai susura. Roci dezintegrate în cenușă, căci apa fusese unul din principalii lor constituenți.

Niciun tufiș, nicio floare, nicio ființă pe Pământul mort. Iar deasupra lui un cer senin, de o culoare neobișnuit de înspăimântătoare…"

Deși este un compus atât de simplu, acolo unde nu există apă, nu este posibilă viață și inteligență.

De ce? În primul rând pentru că apa este cel mai important compus chimic din lume.

Când Celsius a inventat termometrul și-a bazat împărțirea în subdiviziuni pe două valori, sau două constante: punctele de fierbere și de îngheț ale apei. El a, luat primul punct ca fiind 100°C și al

doilea 0°C, împărțind intervalul dintre ele în 100 diviziuni. Astfel a apărut primul instrument de măsurat temperatura.

Dar ce ar fi gândit Celsius dacă ar fi știut că, după cum s-a constatat recent, apa nu îngheață chiar la 0°C și nici nu fierbe la 100°C?

Din acest punct de vedere, oamenii de știință de azi au stabilit că apa este o „nereușită”. Este compusul cei mai plin de anomalii de pe glob.

Oamenii de știință pretind că apa ar trebui să fiarbă la o temperatură cu 180° mai scăzută, adică la —80°C. În orice caz, regulile Sistemului periodic ar fi făcut-o să fiarbă la o temperatură atât de antarctică.

Proprietățile elementelor din oricare grupă a sistemului periodic variază în mod regulat de la elementele ușoare la cele grele. De exemplu, punctul de fierbere. Proprietățile compușilor nu variază după reguli dinainte stabilite, dar depind de locul elementelor în tabelul lui Mendeleev. Aceasta se referă, în particular, la compușii hidrogenului, la hidrurile elementelor aceleiași grupe.

Apa poate fi numită hidrură de oxigen. Oxigenul face parte din grupa a 6-a, care include, de asemenea, sulful, seleniul, telurul și poloniul. Moleculele hidrurilor acestor elemente seamănă cu

molecula apei: H_2S, H_2Se, H_2Te și H_2Po. Punctele de fierbere ale acestor compuși cresc de la sulf la frații săi mai grei. Și, cu totul neașteptat, găsim că punctul de fierbere al apei iese din această serie, fiind mult mai înalt decât ar trebui să fie. Apa refuză să asculte de regulile de comportare stabilite pentru Tabelul periodic și amână tranziția ei în stare gazoasă cu 180°C. Aceasta este prima anomalie uluitoare a apei.

A doua anomalie a apei este cea a punctului ei de îngheț. Legea sistemului periodic arată că apa trebuie să solidifice la o temperatură de 100° sub zero. Apei nu îi pasă de această obligație supărătoare și îngheață la 0°C.

Lipsa de bunăcuviință a apei sugerează că, pe Pământ, stările ei lichidă și solidă sunt anormale.

Apa ar trebui să existe aici doar sub formă de vapori. Imaginați-vă o lume în care proprietățile apei ar urma strict regulile Sistemului periodic. Pentru scriitorii de *science-fiction* o astfel de imagine unică ar fi o sursă excelentă pentru romane și povestiri amuzante. Pentru noi și oamenii de știință însă, este o dovadă în plus că Tabelul periodic are o structură mai complexă decât pare la prima vedere și că însușirile „locuitorilor” săi seamănă foarte mult cu cele ale unei lumi vii, prin aceea că ele nu pot fi delimitate de conexiuni definite. Apa este un personaj încăpățânat.

De ce?

Pentru că moleculele apei au o aranjare specifică și din această cauză posedă o abilitate pronunțată de a se atrage una pe cealaltă. Degeaba am încerca să căutăm o singură moleculă în paharul cu apă! Moleculele formează grupuri pe care oamenii de știință le numesc asociații. De aceea ar fi mult mai corect să se scrie formula apei $(H_2O)_n$, n indicând numărul de molecule din asociație. Legăturile dintre moleculele de apă sunt foarte dificil de distrus, motiv pentru care ea îngheață și fierbe la temperaturi mai mari decât s-ar aștepta.

„Gheața subțire de pe micul râu rece…”

În 1913 știrea unei mari tragedii s-a răspândit în lumea întreagă. Uriașul transatlantic „Titanic” s-a ciocnit de un iceberg și s-a scufundat. Experții au dat diferite explicații catastrofei. S-a spus că datorită ceței căpitanul nu a putut vedea la timp uriașul munte de gheață plutitor de care vasul s-a ciocnit, scufundându-se.

Concluzia chimiștilor este însă alta, cu totul neașteptată; Titanicul a fost victima unei alte anomalii a apei.

Uriașii de gheață – icebergurile – deși cântăresc zeci de mii de tone, plutesc la suprafața apei, fapt explicabil dacă ne gândim că gheața este mai ușoară decât apa.

Dacă vreți să dizolvați un metal și-l introduceți într-un lichid el se va scufunda imediat. Densitatea oricărei substanțe în stare solidă este mai mare decât în cea, lichidă. Gheața și apa constituie o excepție uimitoare de la această regulă. Dacă n-ar exista această excepție, toate corpurile din apă ar îngheța iarna iar viețuitoarele ar pieri.

Amintiți-vă poemul lui Nekrasov:

„Gheața subțire de pe micul râu rece

Ca zahărul topit, în bucăți trece…”

Când vine gerul, gheața se întărește. Un drum de iarnă se poate întinde deasupra râului, dar sub stratul gros de gheață apa continuă să curgă. Râul nu îngheață niciodată în adâncuri.

Gheața, starea solidă a apei, este o substanță specială. Există câteva feluri de gheață. Cea din natură se topește la 0°C. Oamenii de știință au obținut în laborator, folosind presiuni înalte, încă 6 varietăți de gheață. Cea mai fantastică dintre ele (gheața VII), numită și gheața roșie-caldă, a fost obținută la presiuni de peste 21 700 atm. Ea se topește la 192°C, când presiunea este de 32 000 atm.

S-ar părea că nu poate exista ceva mai obișnuit decât tabloul gheții topite! Dar ce lucruri surprinzătoare implică!

La trecerea din starea solidă în cea lichidă, volumul crește. Când gheața se topește, volumul apei obținute se contractă și numai dacă temperatura continuă să crească, el se dilată. Acest fapt se datorește proprietății moleculelor de apă de a se atrage una pe cealaltă.

La 4°C, densitatea apei este mai mare decât a gheții.

Așa se explică de ce râurile, eleșteele, lacurile nu îngheață la fund chiar dacă apa este rece. Venirea primăverii face fiecăruia plăcere; ne-am simțit bine în zilele de aur ale toamnei. Primăvara veselă topește gheața își verdele îmbracă pădurea.

Din nou rezultatul unei proprietăți anormale a apei! Pentru a topi gheața este necesară o cantitate de căldură mult mai mare decât

cea necesară pentru topirea aceleiași cantități din oarecare altă substanță.

Când apa îngheață, această căldură este eliberată și prin cedarea ei gheața și apa încălzesc Pământul și aerul. Ele „îmblânzesc” trecerea bruscă spre iarna grea și dau posibilitatea toamnei să domnească câteva săptămâni.

Câte feluri de apă există pe Pământ?

Oamenii de știință au găsit în natură trei izotopi ai hidrogenului care se pot combina cu oxigenul. Deci se poate vorbi de trei feluri de apă: apa de protiu, apa de deuteriu și apa de tritiu: H_2O, D_2O și T_2O.

Ar putea exista și „ape amestecate”, conținând în molecula lor, să zicem, un atom de protiu și un atom de deuteriu sau un atom de deuteriu și unul de tritiu. Acest lucru face să crească lista apelor: HDO, HTO și DTO.

Dar și oxigenul conținut de apă este un amestec de trei izotopi: oxigen 16, oxigen 17 și oxigen 18, primul fiind de departe cel mai

răspândit.

Ţinând seama de aceste varietăți de oxigen pot fi adăugate pe listă alte 12 ape posibile.

Scoțând un pahar eu apă dintr-un Iac sau o fântână nu v-ați gândit, probabil, niciodată că aveți în pahar 18 feluri diferite de apă.

Apa, indiferent de unde provine, este un amestec de diferite molecule, cea mai ușoară fiind H_2O_{16} iar cea mai grea T_2O_{18}. Chimiștii pot obține astăzi, în stare pură oricare din aceste 18 feluri de apă.

Izotopii de hidrogen diferă perceptibil în ceea ce privește proprietățile lor. Dar diferitele feluri de apă? Și ele diferă întrucâtva, de exemplu prin densități, puncte de fierbere și de topire.

Mai mult, chiar și conținutul relativ al diferitelor feluri de apă din natură este întotdeauna diferit de la un loc la altul.

De exemplu, apa de la robinet conține 150 g de apă grea, D_2O, la o tonă, în timp ce apa din Oceanul Pacific are 165 g apă grea la o tonă. O tonă de gheață din ghețarii caucazieni conține 7 g apă grea, mai mult decât 1 m^3 de apă de râu.

Într-un cuvânt, compoziția izotopică a apei este diferită. Acest lucru se explică prin puternicul proces de schimb continuu între izotopii existenți în natură. Diferiții izotopi de hidrogen și oxigen se înlocuiesc unul pe celălalt în diferite condiții.

Există oare un alt compus natural cu un număr atât de mare de forme? Nu, niciunul.

Cea mai răspândită este, desigur, apa de protiu. Totuși, nici celelalte forme de apă nu pot fi neglijate. Unele dintre ele, în special apa grea, D_2O, sunt folosite în practică. Ea este utilizată la reactoarele nucleare pentru moderarea neutronilor ce produc fisiunea uraniului. Oamenii de știință folosesc diferite feluri de apă pentru investigațiile din domeniul chimiei izotopilor.

18 feluri de apă! Oare nu pot exista mai multe? Da, varietățile de apă pot fi numeroase. Pe lângă izotopii naturali, oxigenul are și izotopi artificiali, oxigen-14, oxigen-15, oxigen-19 și oxigen-20. Numărul izotopilor de hidrogen a crescut și el cu ^{4}H și ^{5}H.

Dacă ținem seama de izotopii artificiali ai hidrogenului și oxigenului, numărul speciilor de ape crește la peste 100. Puteți calcula și singuri numărul lor.

„Apa vieții”, apa dătătoare de viață, apa omniprezentă

O mulțime de povești din folclorul diferitelor popoare au la bază legenda „apei vieții” care vindecă răni și îi reînvie pe morți, îl face pe fricos viteaz și crește puterea voinicului de 100 de ori.

Nu întâmplător omul atribuie astfel de puteri magice apei. Adevărul este că trăim pe Pământ, suntem înconjurați de păduri verzi și câmpuri înflorite, ne plimbăm cu barca sau alergăm prin ploaie, schiem și patinăm iarna – toate datorită apei. Mai exact, proprietății moleculelor de apă de a forma asociații moleculare.

Aceasta este una din condițiile originii și dezvoltării vieții pe Pământ.

Istoria Pământului este în primul rând istoria apei. Apa a schimbat continuu și mai schimbă încă fața planetei noastre.

Apa este cel mai mare chimist din lume. Niciun proces natural nu are loc fără ea, fie că este vorba de formarea unei roci sau a unui nou minereu, fie că este o reacție biochimică din organismul unei plante sau al unui animal.

Chimiștii nu pot face nicio experiență și nu pot obține noi compuși, fără apă. Ea este unul din cei mai buni solvenți. Cele mai multe substanțe, înainte de a reacționa, trebuie dizolvate în apă.

Ce se întâmplă oare cu o substanță la dizolvare? Forțele care acționează între moleculele și atomii aflați la suprafață sunt slăbite de sute de ori și ca urmare ele difuzează în apă. O bucățică de zahăr pusă într-un pahar cu ceai se desface în molecule. Sarea de bucătărie se desface în apă în ioni de Na+ și CI-. Datorită structurii lor particulare, moleculele de apă posedă proprietatea de a atrage atomii și moleculele corpului care se dizolvă în ea. Mulți alți solvenți sunt inferiori apei din acest punct de vedere.

Nu există rocă pe Pământ care să poată rezista la acțiunea distructivă a apei. Chiar și granitul cedează, încet dar sigur. Apa transportă substanțele și le dizolvă în mări și oceane. Este ceea ce face ca mările și oceanele să fie sărate, deși cu milioane de ani în urmă apa din ele era dulce.

Secretele țurțurelui

Copiii adoră să se joace cu țurțuri. Sunt atât de frumoși și sclipitori. Înainte chiar de a ști ceva despre el, copilul l-a ținut în guriță. Este chiar atât de gustos? încercați să i-l luați și veți vedea.

Un capriciu copilăresc amuzant? Nu, este ceva mult mai serios decât pare la prima vedere.

Iată un experiment făcut pe pui de găină. Unui grup de pui i s-a dat să bea apă obișnuită, iar altui grup i s-a dat zăpada topită conținând și bucăți de-gheață. Testul nu putea fi mai simplu, dar rezultatele au fost surprinzătoare. Puii care consumau apa obișnuită erau liniștiți, în schimb bazinul cu zăpadă topită era veșnic un câmp de bătaie. Puii înghițeau apa atât de lacom, ca pe ceva neobișnuit de gustos.

O lună și jumătate mai târziu păsările au fost cântărite. Cele care băuseră apa din zăpadă topită erau mai grele și crescuseră mai mult decât cele care băuseră din apa obișnuită.

Deci apa obținută prin topirea zăpezii posedă unele proprietăți minunate, foarte folositoare pentru organismele vii. Care este explicația?

La început s-a crezut că este vorba de conținutul mare în deuteriu al zăpezii topite.

În concentrații mici apa grea stimulează dezvoltarea organismelor vii. Acest lucru este însă doar parțial adevărat…

Astăzi se crede că adevărata explicație stă în chiar procesul de topire.

Gheața are o structură cristalină, dar și apa, este, putem spune, un cristal lichid. Moleculele apei nu sunt într-o stare de dezordine totală, ele formând un schelet strict funcțional, a cărui structură diferă de cea a gheții.

Gheața își păstrează structura chiar și după topire. Apa topită este aparent un lichid, căci moleculele ei rămân în „formă de gheață". De aceea activitatea chimică a apei din zăpada topită apare ca fiind mai mare decât a apei obișnuite. Zăpada topită participă mai ușor la o multitudine de procese biochimice.

Într-un organism ea se combină cu diferite substanțe, mult mai ușor decât apa obișnuită.

Oamenii de știință cred că structura apei dintr-un organism se aseamănă foarte mult cu structura gheții. Când apa obținută din zăpada topită este asimilată de un organism, structura ei – spre deosebire de structura apei obișnuite – nu suferă nicio rearanjare a moleculelor și deci nu se cheltuiește energie.

Deci rolul zăpezii topite pentru viață este foarte mare;

O firimitură de lingvistică sau despre două lucruri foarte diferite

Fără cuvinte nu poate exista limbajul, fără litere nu pot exista cuvinte. Începem să studiem limba prin învățarea alfabetului. Orice alfabet conține 2 feluri de litere, consoane și vocale. Fără ele limbajul nu ar avea sens. Există un roman științifico-fantastic în care locuitorii unei planete necunoscute își vorbesc unul altuia cu ajutorul sunetelor formate doar din consoane. Dar aceasta este doar ficțiune!

Natura ne vorbește prin limbajul compușilor chimici. Fiecare din aceștia este un fel de combinație de „litere” chimice, sau elemente aflate pe Pământ. Numărul unor astfel de „vorbe” depășește 3 milioane, dar în alfabetul chimic există doar 100 de „litere”. Acest alfabet conține. „vocale” și „consoane”. Elementele chimice au fost împărțite în două grupe: nemetale și metale.

Nemetalele sunt mult mai puțin numeroase decât metalele. Raportul dintre ele seamănă cu un scor de la baschet 21:38… Exact

ca în limbajul uman, care are mai puține vocale decât consoane. O combinație formată doar din vocale nu ar avea niciun sens.

În limbajul chimic, combinațiile formate doar din „vocale” (nemetale) sunt destul de obișnuite. Întreaga viață de pe Pământ își datorează existența compușilor nemetalelor.

De aceea, oamenii de știință numesc cele 4 nemetale principale, carbonul, azotul, oxigenul și hidrogenul, „organogene”, adică substanțe care dau naștere vieții organice. Dacă adăugăm fosforul și sulful, avem cele 6 „cărămizi” folosite de natură pentru construcția proteinelor și hidrocarburilor, grăsimilor și vitaminelor, adică a tuturor compușilor chimici vitali.

Două nemetale, oxigenul și siliciul (două vocale ale alfabetului chimic), se combină pentru a forma substanța SiO_2, fundația Pământului, un fel de ciment care susține toate pietrele și mineralele să nu cadă.

Și astfel nu ne mai trebuie mult pentru a completa lista „vocalelor” din „alfabetul” chimiei. Am avea de adăugat halogenii, gazele rare ale grupei zero (heliul și frații săi) și trei elemente nu foarte cunoscute, borul, seleniul și telurul.

Totuși ar fi greșit să spunem că pe Pământ există doar nemetale.

Oamenii de știință au găsit mai mult de 70 de elemente chimice diferite în organismul uman, incluzând toate nemetalele și un număr mare de metale, de la fier la elementele radioactive, chiar și uraniu.

Motivul pentru care există mai multe consoane decât vocale în limbajul uman, a fost pentru mult timp un punct de controversă pentru lingviști.

Chimiștii se întrebau de ce există în sistemul periodic două grupe diferite, metalele și nemetalele. Elementele acestor grupe, deși diferă foarte mult unele de altele, au și unele proprietăți asemănătoare.

De ce „două lucruri foarte diferite”?

Un mucalit remarca odată că ceea ce deosebește oamenii de animale este simțul umorului și simțul experienței istorice.

Ființa omenească este capabilă de a face „haz de necaz” și de a nu persevera în greșeală. Putem adăuga și calitatea de a întreba „de ce" și de a încerca să găsească un răspuns la această întrebare.

Acum permiteți-ne să folosim acest „de ce".

De exemplu, de ce nemetalele nu sunt egal distribuite în „casa mare", și sunt adunate într-o anumită parte a ei. Metalele sunt metale, nemetalele sunt nemetale dar totuși, care este diferența dintre ele? Pentru început este o întrebare bună.

Când două elemente (nu are importanță care) reacționează între ele, straturile electronice exterioare se rearanjează.

Atomii unuia dintre elemente cedează electroni, care sunt acceptați de atomii celuilalt element.

Diferența dintre metale și nemetale are la bază această lege chimică foarte importantă.

Nemetalele sunt capabile de două acțiuni opuse: în general ele primesc electroni, dar sunt capabile și să-i cedeze. Nemetalele își schimbă comportarea în funcție de împrejurări. Dacă găsesc că este mai avantajos să accepte electroni, nemetalele vor apărea ca ioni negativi. Dacă nu, vor forma ioni pozitivi. Doar fluorul și oxigenul nu iac niciun compromis; ei nu cedează niciodată electroni.

Metalele sunt mai puțin „diplomate" și mult mai conservatoare în obiceiuri. Motto-ul lor este invariabil același: „să cedeze electronii, nu să-i primească". În felul acesta formează ioni încărcați pozitiv.

Câștigul de electroni nu este scopul lor. Aceasta este legea rigidă a comportării metalelor.

Chimiștii meticuloși au găsit totuși excepții de la această lege strictă. Există caractere neconsecvente chiar printre metale. Două, doar două metale manifestă trăsături „nemetalice”. Este vorba de astatiniu și reniu (ocupanții „apartamentelor” nr. 85 și nr. 75 din Tabelul lui Mendeleev), care formează ioni negativi monovalenți. Ele sunt oile negre ale familiei intransigente a metalelor…

Care atom își „părăsește” mai ușor electronii săi și care îi acceptă mai ușor? Atomii care au în stratul exterior puțini electroni găsesc că este mai convenabil să-i cedeze. Cei care, dimpotrivă, au mai mulți electroni în stratul exterior, acceptă cu ușurință electroni, pentru a-și completa octetul. Metalele alcaline au doar un singur electron în ultimul strat și deci nu au nimic împotrivă să-l cedeze. Făcând acest lucru, ele capătă o configurație stabilă, de gaz inert. De aceea metalele alcaline sunt din punct de vedere chimic cele mai active dintre metale. „Cel mai activ” dintre ele este franciul („apartament” nr. 87). Cu cât un element dintr-o grupă este mai greu, cu atât atomul lui este mai mare și „puterea” nucleului asupra straturilor electronice exterioare mai mică.

Cel mai „furios” din împărăția nemetalelor este fluorul. El are 7 electroni pe ultimul strat și deci, pentru a-l completa, are nevoie de

încă un electron, pe care-l smulge cu lăcomie de la aproape oricare alt element din Sistemul periodic.

Nimic nu poate rezista atacului furios al fluorului.

Celelalte nemetale acceptă și ele mai ușor sau mai greu electroni.

Abia acum înțelegem de ce sunt ele grupate, în principal, în partea dreaptă a tabelului: pentru că ele au mulți electroni în straturile exterioare și pentru că acest lucru este posibil doar la atomii aflați la sfârșitul unei perioade.

Încă doi „de ce”

De ce sunt atât de multe metale și atât de puține nemetale pe Pământ?

Și de ce metalele seamănă între ele mai mult decât nemetalele? Astfel, în timp ce sulful și fosforul sau iodul și carbonul sunt de neconfundat, nici cel mai expert ochi nu poate deosebi totdeauna niobiul de tantal, potasiul de sodiu sau molibdenul de tungsten.

Schimbând locul termenilor suma rămâne aceeași. Acesta este probabil unul din cele mai „rigide” principii din aritmetică, dar nu și din chimie, atunci când ne referim la structura învelișului de electroni ai atomului.

Toate bune și frumoase câtă vreme este vorba de elementele perioadei a doua și a treia din tabelul periodic. Fiecăruia din aceste elemente i se adaugă electroni pe învelișul exterior. Odată cu adăugarea unui electron, proprietățile noului element sunt complet diferite de cele ale predecesorului său. Siliciul nu seamănă cu aluminiul, sulful nu are nimic comun cu fosforul. Proprietățile metalice fac curând loc celor nemetalice, deoarece cu cât un atom are mai mulți electroni pe stratul exterior, cu atât se desparte mai greu de ei.

Ajungem acum la a patra perioadă. Potasiul și calciul sunt metale veritabile. Ne așteptăm ca ele să fie urmate ele nemetale. Dar nu se întâmplă așa! Suntem dezamăgiți, căci, începând cu scandiul, fiecare nou electron adăugat preferă penultimul înveliș și nu ultimul. „Schimbarea locului termenilor…” Această schimbare modifică „suma" – suma proprietăților elementelor.

Penultimul strat este mai conservator ca ultimul, afectând mult mai puțin proprietățile chimice ale elementelor. Ca urmare diferența între elemente este mai puțin pronunțată.

Scandiul ne amintește că al treilea înveliș electronic al său este incomplet: el ar fi trebuit să conțină 18 electroni, dar conține numai 10.

Potasiul și calciul au uitat probabil de aceasta și și-au aranjat electronii nou adăugați pe ultimul strat. La scandiu, regula este restabilită.

Penultimul strat se completează treptat, pe parcursul unei serii de zece elemente. Ultimul strat rămâne neschimbat, având numai doi electroni. Un astfel de număr mic de electroni pe stratul exterior al unui atom este caracteristic metalelor. Iată de ce în intervalul scandiu— zinc sunt numai metale. De ce să accepte ele electroni pe ultimul strat atunci când formează compuși, dacă este mult mai ușor să cedeze cei doi electroni elementelor cu care reacționează? În plus, nu au nimic împotrivă să împrumute electroni de pe penultimul lor strat incomplet. Ca urmare, ele pot prezenta diferite valențe pozitive. De exemplu, manganul poate fi pozitiv di-, tri-, tetra-, hexa- și chiar heptavalent.

Același lucru se observă și în următoarele perioade ale tabelului periodic.

Iată de ce există atât de multe metale și de ce ele sunt mult mai asemănătoare între ele decât nemetalele.

Incosecvențe

A auzit cineva de oxigen hexavalent? Sau de fluor heptavalent? Nu, nimeni.

Nu vreau să fim pesimiști, dar putem spune cu fermitate că în chimie nu se vor întâlni niciodată astfel de ioni de oxigen și de fluor. Nu există niciun motiv sub soare pentru care aceste elemente să piardă un număr atât de mare de electroni, când ele au nevoie de numai unul sau doi pentru a forma un octet, adică un strat de electroni stabil. Iată de ce se cunosc atât de puțini compuși în care oxigenul manifestă valență pozitivă. De exemplu, s-a obținut un oxid cu compoziția F_2O, unde oxigenul este pozitiv bivalent. Aceasta este însă ceva ciudat pentru chimie, iar compușii fluorului pozitiv sunt de asemenea foarte rari.

Într-un paragraf din „Regulile casei mari” se stabilea că cea mai mare valență pozitivă a unui element este egală cu numărul grupei căruia acesta îi aparține.

Deși oxigenul și fluorul încalcă această regulă, ele au fost totdeauna socotite în gruparea a șasea, respectiv a șaptea. Nimeni

nu s-a gândit vreodată să le schimbe locul, deoarece în toate celelalte privințe comportarea chimică a oxigenului și fluorului nu diferă de modul de viață al vecinilor lor mai grei din celelalte încăperi ale „marii case”.

Totuși, aceasta este o inconsecvență de care chimiștii sunt conștienți dar nu îi acordă importanță deoarece ea nu modifică cu nimic arhitectura Tabelului lui Mendeleev.

Dar iată o inconsecvență și mai mare.

În Evul Mediu minerii găseau uneori minereuri ciudate, foarte asemănătoare cu cele de fier. Necazul era ea fierul nu putea fi extras din ele. Minerii au atribuit eșecul lor unor farse făcute de spiriduși vicleni, ca așa-numitul Kobold în Germania, sau răutăciosul drăcușor Nick.

Mai târziu s-a lămurit faptul că spiritele viclene nu aveau nimic de a face cu aceasta. Minereurile nu conțineau fier ci alte două metale asemănătoare. În amintirea acestor nereușite, ele au fost numite cobalt și nichel.

Tot în Evul Mediu, conchistadorii spanioli au găsit o substanță metalică ciudată pe malurile râului Platino del Pino din America de Sud. Acest metal ciudat, lucios, greu, care nu se dizolvă în niciun acid, a fost numit platină. Trei secole mai târziu, s-a descoperit că

platina se găsește aproape întotdeauna însoțită de alte cinci metale: ruteniu, rodiu, paladiu, osmiu și iridiu. Aceste șase metale rare se deosebesc cu greu între ele, grupul practic inseparabil fiind cunoscut sub numele de familia platinei.

A venit apoi vremea așezării lor în marea casă.

Sunteți probabil pregătiți să ascultați o poveste amuzantă despre cum s-au petrecut lucrurile și cum au reușit savanții să depășească greutățile una câte una. Ne pare rău că vă dezamăgim, dar totul a fost foarte simplu.

Originalitate în arhitectură

Ați văzut vreodată o casă cu toate încăperile și apartamentele sale proiectate identic, după un proiect tip, cu excepția uneia ce diferă total de rest, ca și când ar fi fost făcută de un alt arhitect? Probabil că nu.

Ei bine, „marea casă” este o astfel de structură curioasă.

Mendeleev a conceput una din secțiunile Tabelului său într-un mod cu totul unic. Trebuie să amintim că el a fost nevoit să facă aceasta. Este vorba de grupa a opta a sistemului periodic. Elementele din această grupă sunt aranjate în triplete. Mai mult, ele nu se află fiecare pe câte un nivel ci sunt aranjate în perioadele lungi ale Tabelului. Fierul cobaltul și nichelul se află în una din ele, metalele platinice în celelalte două.

Mendeleev s-a străduit să găsească locuri mai potrivite acestor elemente. Dar în cele din urmă el a fost obligat să adauge o a opta grupă * Tabelului periodic.

** În formele moderne ale Sistemului periodic al elementelor, fierul, ruteniul și osmiul formează grupa 8 b, cobaltul, rodiul și iridiul, grupa 9 b, nichelul, paladiul și platina, grupa 10 b (v. C. D. Nenițescu „Chimie generală”. Ed. Didactică și pedagogică, București, 1972).*

De ce a opta? Simplu, pentru că grupa anterioară acesteia este grupa a șaptea, cea care conține halogenii. Dar numărul grupei este aici pur formal. O valență de plus opt (+8) în grupa a opta este mai degrabă o excepție decât o regulă. Numai ruteniul și osmiul încearcă să se conformeze, deși o fac cu greutate: oxizii lor, RuO_4 și OsO_4, sunt instabili.

Niciunul din celelalte metale nu au atins vreodată asemenea „înălțimi”, deși oamenii de știință se străduiesc să le ajute.

Să rezolvăm împreună această „șaradă”.

De notat că metalele platinice participă la reacții chimice într-un mod moderat. Iată de ce chimiștii utilizează adeseori pentru experiențele lor, materiale de laborator din platină. Platina și însoțitorii ei sunt printre metale ceea ce erau „gazele nobile”. Deci nu fără motiv au fost numite „nobile” cu secole în urmă. Important este faptul că se găsesc în natură în stare nativă, necombinată.

Să luăm, de exemplu, fierul. Fierul obișnuit se comportă chimic ca un element cu activitate moderată. Fierul pur este foarte stabil.

Apropo! Aici este ceva la care trebuie să ne gândim. Poate multe dintre elemente, nu numai metalele, sunt foarte rezistente la atacul chimic atunci când se găsesc într-o stare de puritate avansată.

De această „noblețe” este răspunzător penultimul și nu ultimul strat electronic al atomilor metalelor platinice. Lui îi lipsesc numai foarte puțini electroni pentru a completa setul de optsprezece, un strat electronic de 18 electroni fiind o structură foarte stabilă. Iată de ce metalele platinice nu au tendința de a pierde electroni din acest strat. Ele nici nu acceptă electroni, deoarece sunt totuși metale.

Această nehotărâre a metalelor platinice este cauza comportării lor ciudate.

Totuși, grupa a opta nu se potrivește prea bine modului în care este conceput Tabelul lui Mendeleev. Pentru a evita această inconsecvență, chimiștii au sugerat combinarea grupei a opta cu grupa zero într-o singură grupă. *

Viitorul va hotărî dacă acest lucru trebuie sau nu făcut.

** v. şi nota de la pag. 66.*

Cei 14 gemeni

Se numesc „lantanide”. Numele lor se datorează faptului că fiecare din ele (14 în total) seamănă cu elementul lantan și toate între ele, ca tot atâtea picături de apă. Datorită acestei uimitoare asemănări chimice, ele sunt așezate toate într-o singură încăpere, cea a lantanului, care are în tabel numărul 57.

Nu cumva este la mijloc o teribilă neînțelegere?

Mendeleev însuși ca și mulți alți oameni de știință au stabilit că fiecare element ocupă în tabel un singur loc, bine determinat. Dar

aici, 14 locatari s-au înghesuit în aceeași încăpere, toți fiind elemente ale grupei a 3-a și a perioadei a 6-a ale Tabelului.

De ce nu ar putea fi împărțiți printre celelalte grupe? Mulți chimiști au încercat acest lucru, printre ei fiind și Mendeleev. Ei au plasat ceriul în grupa a patra, praseodimul în a cincea, neodimul în a șasea etc. Dar această distribuire nu este logică.

Subgrupele principale și secundare ale Tabelului lui Mendeleev conțin elemente similare. Dar ceriul are foarte puține în comun cu zirconiul, iar praseodimul și neodimul sunt străine niobiului și molibdenului.

Nici celelalte elemente dintre pământurile rare – cum se mai numesc lantanul și lantanidele – nu își găsesc rude în grupele respective. Pe de altă parte ele seamănă între ele ca frații gemeni.

Când chimiștii au fost întrebați în ce încăperi ale tabelului să se plaseze lantanidele, au ridicat din umeri.

Într-adevăr, ce ar fi putut spune când încă nu cunoșteau motivul asemănării uimitoare a lantanidelor?

Explicația pare a fi însă simplă.

Sistemul periodic are grupe de elemente ciudate, ale căror atomi au o constituție curioasă. Ultimul electron adăugat pentru a forma acești atomi nu se așază pe stratul ultim sau măcar penultim, ci pătrunde, conform unor legi fizice foarte stricte, până în stratul antepenultim.

Aceste elemente se simt foarte bine în locurile respective și n-au niciun gând să-și părăsească locul, orice s-ar întâmpla. Ele participă la reacții chimice numai în cazuri foarte rare.

Deoarece toate lantanidele au trei electroni pe ultimul strat, ele sunt de regulă trivalente.

Nu întâmplător numărul lantanidelor este nici mai mult nici mai puțin de 14. Aceasta deoarece există exact 14 locuri vacante pe antepenultimul strat al atomilor lor, strat care trebuie completat.

Iată de ce chimiștii au găsit potrivită plasarea tuturor lantanidelor într-o singură căsuță, împreună cu lantanul.

Lumea metalelor și paradoxurile ei

Peste optzeci de elemente din Sistemul periodic sunt metale. În general, ele se aseamănă între ele mai mult decât nemetalele. Totuși surprizele sunt fără sfârșit și în împărăția metalelor.

De exemplu, ce culori au diferitele metale?

Metalurgiștii împart toate metalele în feroase și neferoase. Metalele feroase includ fierul și aliajele lui. Toate celelalte sunt metale neferoase, cu excepția celor nobile, „măriile-lor” argintul, aurul, platina și altele.

Aceasta este însă o împărțire foarte elementară și chiar metalele au obiecții puternice față de o astfel de diferențiere sumară.

Fiecare metal are nuanța sa specifică. Fondul său întunecat, cenușiu sau argintiu, are întotdeauna o anumită culoare.

Oamenii de știință s-au convins de aceasta studiind metalele în stare foarte pură. Multe din ele lăsate în aer se acoperă mai devreme sau mai târziu cu un strat foarte subțire de oxid, care ascunde adevărata lor culoare. Dar metalele pure prezintă o mare varietate de culori. Un ochi atent poate discerne metalele cu nuanțe albăstrui, albastre-verzui sau verzui, cu jocuri de nuanțe roșcate sau gălbui, gri-închis ca apa mării într-o zi noroasă de toamnă și argintii strălucitoare reflectând razele soarelui ca o oglindă.

Culoarea unui metal depinde de mulți factori. Printre altele depinde de metoda de obținere. Un metal obținut prin sinterizare are un aspect cu totul diferit de același metal turnat în lingouri.

După greutate, metalele pot fi împărțite în: ușoare, medii și grele. Aceste „clase de greutate” au recordmenii lor.

Litiul, sodiul și potasiul nu cad la fund în apă deoarece ele sunt mai ușoare decât apa. De exemplu, densitatea litiului este aproape 1/2 din cea a apei, care este egală cu 1. Dacă nu ar fi un element atât de activ, litiul ar fi un material excelent pentru diverse scopuri.

Imaginați-vă un automobil făcut în întregime din litiu. Din păcate, chimia respinge această idee atrăgătoare.

Campionul la „categoria grea” este osmiul. Un centimetru cub din acest metal nobil cântărește 22,6 g. Pentru a echilibra o balanță, pe unul din talerele căreia am așezat un cub de osmiu, pe celălalt trebuie să așezăm trei cuburi, având aceleași dimensiuni din cupru, două din plumb sau patru din ytriu. „Performanțele” vecinilor celor mai apropiați de osmiu și anume platina și iridiul sunt aproape la fel de mari. Metalele nobile sunt și cele mai grele metale.

Duritatea metalelor a devenit proverbială. Dacă un om este totdeauna liniștit, cu sânge rece, spunem că are „nervi de fier”. În lumea metalelor însă, situația este diferită.

Aici fierul poate fi cu greu acceptat ca model de duritate. Campionul durității este cromul, care este ușor inferior diamantului. Deși pare paradoxal, cele mai dure elemente chimice nu sunt metalele. În fruntea scării convenționale de duritate stă diamantul (o formă a carbonului) și borul cristalin. Fierul trebuie clasificat mai curând ca un metal moale: este dur numai pe jumătate cât cromul. Cât despre metalele ușoare, metalele alcaline, ele sunt moi ca ceara.

Metale lichide și un metal gazos (?)

Toate metalele sunt solide, dure sau moi. Aceasta este regula generală. Sunt însă și excepții. Unele metale seamănă mai mult cu lichidele. O bucată de galiu sau una de cesiu se topește în palmă, deoarece punctul de topire al acestor metale este sub 30°C. Franciul, care nu a fost încă obținut ca metal foarte pur, s-ar topi la temperatura camerei. Mercurul este un exemplu clasic de metal lichid, cunoscut de toată lumea. El îngheață la —39°C. Un important rival al mercurului, în această privință, este galiul, și iată de ce. Mercurul fierbe la o temperatură relativ joasă, aproximativ 300°C. Aceasta face imposibilă folosirea termometrelor cu mercur pentru

măsurarea temperaturilor ridicate. În schimb, galiul se transformă în vapori la o temperatură de 2000°C.

Niciun alt metal nu poate rămâne atât de mult timp în stare lichidă, adică să aibă un interval atât de mare între punctul său de topire și cel de fierbere. Aceasta face ca galiul să fie un material excelent pentru termometrele de temperaturi mari.

Iată un alt lucru deosebit de remarcabil.

Oamenii de știință au dovedit în mod teoretic că dacă ar exista un analog al mercurului (un element cu un număr atomic foarte mare, un locatar al unui al șaptelea etaj imaginar – perioada a opta – al „casei mari”, necunoscut pe pământ), starea sa naturală în condiții obișnuite ar fi gazoază. Un gaz cu proprietățile chimice ale unui metal! Vor studia oare vreodată oamenii de știință un astfel de element unic?

Un fir de plumb poate fi topit la o flacără de chibrit. Foile de zinc se transformă în zinc lichid imediat ce sunt aruncate în foc.

Pentru a lichefia însă tungstenul, tantalul sau reniul, temperatura trebuie să fie peste 3000°C. Aceste metale se topesc mai greu decât toate celelalte. Iată de ce filamentele becurilor electrice cu incandescență sunt făcute din tungsten (wolfram) sau reniu. Punctele de fierbere ale unor metale sunt într-adevăr uriașe. De

exemplu hafniul începe să fiarbă la 5400°C, temperatură aproape egală cu cea de pe suprafața Soarelui.

Compuși neobișnuiți

Care a fost primul compus chimic produs de om în mod deliberat?

Istoria științei nu poate da un răspuns exact la această întrebare. Să ne luăm libertatea de a face anumite presupuneri în acest sens.

Prima substanță pe care a preparat-o omul, știind dinainte ce vrea să obțină, a fost un compus format din două metale, cupru și staniu. Am ocolit dinadins cuvântul „substanță” pentru că compusul respectiv (cunoscut de obicei sub numele de bronz) este neobișnuit. El se numește aliaj.

La început oamenii au învățat să topească metalele din minereurile lor și numai după aceea să le combine între ele. Astfel, în zorii civilizației apărea primul mugure al unei viitoare ramuri a chimiei, cunoscută astăzi sub numele de chimia metalelor. Structura compușilor metalici și nemetalici depinde de obicei de valența elementelor conținute. De exemplu, molecula sării de bucătărie

conține sodiu monovalent pozitiv și clor monovalent negativ. În molecula de amoniac, NH_3, azotul trivalent negativ este legat de trei atomi de hidrogen monovalenți pozitivi. Compușii chimici formați de metale între ele (compuși intermetalici) de obicei nu ascultă de legile valenței, iar compoziția lor nu are nicio legătură cu valența elementelor componente. Pentru acest motiv formulele compușilor intermetalici arată destul de ciudat. De exemplu, $MgZn_5$, KCd_7, $NaZn_{12}$ etc. Aceeași pereche de metale poate da adesea compuși intermetalici diferiți. De exemplu, sodiul și zincul formează nouă compuși diferiți.

Metalele interacționează de regulă în stare topită. Dar, când se combină, ele nu formează întotdeauna compuși chimici. Uneori un metal se topește pur și simplu în alt metal. Rezultatul este un amestec omogen de compoziție nedefinită, ce nu poate fi reprezentat printr-o anumită formulă chimică. Un astfel de amestec se numește soluție solidă.

Există cohorte întregi de aliaje, nimeni nu și-a bătut vreodată capul să numere, măcar aproximativ, câte se cunosc și câte se pot obține în general. Ca și în cazul compușilor organici, această cifră ar fi probabil de ordinul milioanelor.

Există aliaje compuse din numeroase metale, fiecare element nou adăugat având un efect specific asupra proprietăților aliajului. Sunt

multe aliaje care conțin numai două metale, ele purtând numele de bimetalice, iar proprietățile lor depind de proporția componentelor. Unele metale se amestecă ușor, în orice proporție. Astfel se obține bronzul (un aliaj de cupru și staniu) și alama (un aliaj de cupru și zinc). Alte metale, cum sunt cuprul și tungstenul (wolframul), nu se amestecă în orice condiții. Oamenii de știință au reușit totuși să facă un aliaj din ele, printr-un procedeu neobișnuit, și anume folosind metalurgia pulberilor, adică sinterizarea pulberilor de cupru și wolfram sub presiune.

Unele aliaje sunt lichide la temperatura camerei; altele sunt foarte rezistente la temperaturi înalte. Ultimele se utilizează în cantități mari în ingineria spațială. În fine, există aliaje rezistente la cei mai puternici agenți chimici și aliaje aproape la fel de dure ca diamantul.

„Primul calculator electronic” în chimie

Calculatoarele electronice pot face multe lucruri. Ele au fost învățate să joace șah, să prevadă vremea, să descopere ce se petrece în adâncul stelelor îndepărtate, să facă calcule neînchipuit de dificile.

Primul lucru pe care trebuie să-l știi este realizarea programului lor de operații. Calculatoarele electronice își găsesc astăzi o utilizare tot mai largă și în chimie. Marile uzine automatizate sunt controlate de aceste instrumente. Cu ajutorul lor, cercetătorii învață totul despre numeroase procese chimice înainte de a le pune în practică…

Dar chimiștii au la dispoziție un „calculator electronic" destul de neobișnuit. El a fost inventat cam acum o sută de ani, înainte ca termenul de computer să fi apărut în vreo parte a lumii.

Acest instrument remarcabil este Sistemul periodic al elementelor. El dă posibilitatea oamenilor de știință să facă ceea ce nici cei mai îndrăzneți cercetători nu au îndrăznit înainte. Sistemul periodic a făcut posibil să se prevadă existența unor elemente necunoscute încă, nedescoperite în niciun laborator; și nu numai de a le presupune existența ci și de a le descrie proprietățile. S-a putut spune dacă ele sunt metale sau nemetale, grele ca plumbul sau ușoare ca sodiul și în ce minereuri sau roci ar trebui căutate aceste elemente necunoscute. Răspunsul la astfel de întrebări a fost dat de „calculatorul electronic" inventat de Mendeleev.

În 1875 savantul francez Paul Emile Lecoq de Boisbaudran a făcut colegilor săi o relatare importantă. El a reușit să determine prezența unui nou element într-un minereu de zinc; era un grăunte mic cântărind nu mai mult de un gram. Fiind un cercetător cu experiență,

a studiat proprietățile galiului (acesta a fost numele dat noului element) sub toate aspectele și a scris un articol despre el.

După un timp, poșta i-a adus lui de Boisbaudran un plic ce purta ștampila din St. Petersburg. În scurta scrisoare, chimistul francez a citit că cel care-i scria era de acord cu rezultatele sale, cu excepția unui amănunt: greutatea specifică a galiului ar fi trebuit să fie 5,9 în loc de 4,7.

Scrisoarea era semnată: D. Mendeleev.

Lecoq de Boisbaudran era îngrijorat. Oare titanul rus al chimiei îl precedase în descoperirea noului element?

Nu, Mendeleev nu avusese galiul în mâinile sale. El a făcut doar eficientă utilizarea Sistemului periodic. Știa încă de mult că mai devreme sau mai târziu se va găsi un element necunoscut care să ocupe în tabel locul pe care acum îl avea galiul. El îi dăduse numele de eka-aluminiu, și prevăzuse natura sa chimică foarte exact, cunoscând proprietățile vecinilor săi din Tabelul periodic.

Mendeleev a prevăzut aproape douăsprezece alte elemente necunoscute în acea vreme și a descris proprietățile lor, mai mult sau mai puțin complet. Numele lor actuale sunt: scandiu, germaniu, poloniu, astatiniu, hafniu, reniu, techneţiu, franciu, radiu, actiniu și protactiniu.

Majoritatea acestora au fost descoperite în jurul anului 1923.

O „hibă” a calculatorului electronic

Fizica și chimia au făcut un progres imens în al doilea deceniu al secolului nostru. În decursul a două decenii aceste științe au înregistrat nu mai puține cuceriri decât de-a lungul întregii istorii a omenirii de până atunci.

Dar descoperirea de noi elemente ajunse deodată la o staționare. În Tabelul periodic au rămas câteva spații, care trebuiau completate. Acestea erau căsuțele corespunzătoare numerelor atomice 43, 61, 85 și 87.

Ce elemente ciudate erau acestea care refuzau deschis să se stabilească în Tabelul periodic?

Enigmaticul numărul 1, un element al grupei a 7-a, cu numărul atomic 43, situat între mangan și reniu și probabil cu proprietăți asemănătoare acestor elemente. Trebuie căutat în minereurile de mangan.

Enigmaticul numărul 2, un însoțitor al pământurilor rare, asemănător cu ele în toate aspectele. Numărul atomic 61.

Enigmaticul numărul 3. Fratele mai mare al celui mai greu halogen, iodul. Ar putea fi o mare surpriză pentru chimiști, pentru că nu era imposibil ca proprietățile lui să fie ușor metalice. Halogen și metal – ce exemplu strălucit de element cu două fețe! Apartamentul 87 al „marii case” a fost păstrat pregătit pentru el.

Enigmaticul numărul 4. Acesta este tot un element interesant. Cel mai furios, cel mai activ metal, care s-ar topi, numai dacă l-am ține în palmă. Cel mai greu dintre metalele alcaline. Numărul său atomic este 87.

Oamenii de știință alcătuiesc dosare amănunțite pentru enigmaticele elemente. Sherlock Holmes putea descoperi un criminal după scrumul unei țigări pe care acesta a fumat-o, după mici pete de humă găsite pe pielea pantofilor. Aceste metode sunt însă nimic pe lângă metodele fine ale chimiștilor, care au învățat să identifice cantități infinitezimale de substanțe necunoscute.

Un detectiv inteligent este întotdeauna norocos. Chimiștii, nu. Toate eforturile lor de a descoperi misterioasele elemente și de a le așeza la locurile lor au dat greș. Ele au fost căutate peste tot: în scrumul țigărilor, în resturile plantelor, în cele mai rare și mai exotice

minerale, mândria muzeelor; în apa mărilor și oceanelor. Totul în zadar!

Pe raftul cu probleme nerezolvate a apărut o nouă scrisoare intitulată „Cazul misterioasei dispariții a elementelor chimice 43, 61, 85 și 87”. Un „caz disperat”, cum l-ar fi numit criminaliștii.

Ar fi putut ajunge natura la nebănuitul truc de a elimina aceste elemente de pe linia substanțelor simple existente pe planeta noastră? Ar fi putut fi unul din capriciile sale ciudate?…

Într-adevăr părea o vrajă. Se spune că nu există miracole, dar pentru motive necunoscute cele patru apartamente ale „casei mari” rămâneau libere. Ele au fost ocupate numai după ce savanții au învățat să producă., artificial elemente chimice.

Cum să transformi un element în altul

În jurul nostru au loc numeroase reacții chimice. Toate se supun autorității straturilor electronice. Un atom poate câștiga sau pierde electroni devenind ion încărcat negativ sau pozitiv. Un atom se poate combina cu alte sute sau mii de atomi, formând o moleculă

gigantică. Dar el rămâne totdeauna purtătorul proprietăților aceluiași element.

Carbonul formează peste trei milioane de compuși, dar în fiecare din ei, fie el dioxid de carbon, CO_2, sau cel mai complicat antibiotic, carbonul rămâne carbon.

Transformarea unui atom în altul implică rearanjarea nucleelor sale pentru a le modifica sarcina.

Pentru efectuarea proceselor chimice, chimiștii utilizează temperaturi și presiuni înalte sau catalizatori, substanțe care, adăugate în cantități mici, accelerează reacțiile chimice.

Temperaturile de mii de grade și presiunile de sute de mii de atmosfere nu reușesc să rearanjeze nucleul atomic. Un element nu poate fi transformat în altul în acest fel.

Aceasta se poate realiza însă prin metodele unei noi științe numită chimie nucleară. „Temperaturile și presiunile" chimiei nucleare sunt protonii și neutronii, nucleele izotopilor de hidrogen greu (deuteroni), nucleele atomilor de heliu (particule alfa) și, în sfârșit, ionii elementelor ușoare din Tabelul lui Mendeleev, borul și oxigenul, neonul și argonul. Echipamentul chimic conține reactoare nucleare (în care se formează anumite particule bombardante) și acceleratoare, separate complexe care să confere acestor particule

viteze imense. Pentru a pătrunde în nucleul atomului, particula proiectil trebuie să posede o energie mare (în special dacă este încărcată pozitiv); aceasta face să depășească mai ușor acțiunea de respingere a sarcinii nucleului. Chimia nucleară are sistemul său propriu de simboluri, dar ecuațiile reacțiilor seamănă cu ecuațiile chimice „convenționale”.

Datorită chimiei nucleare spațiile goale ale Tabelului lui Mendeleev au fost în cele din urmă completate.

Cuvântul grecesc „technetos” însemnând „artificial” a devenit numele primului element artificial preparat de om. Pe la sfârșitul anului 1936 s-a bombardat o placă de molibden cu un fascicul de deuteroni rapizi, accelerați într-un ciclotron. Deuteronii rapizi au pătruns prin învelișul de electroni ca un cuțit prin unt și au ajuns la nucleu. Ajungând la nucleu, fiecare deuteron, constând dintr-un proton și un neutron, s-a descompus, neutronul a fost deviat cu un anumit unghi, protonul fiind capturat de nucleu. Aceasta a crescut sarcina nucleară cu o unitate și, astfel, molibdenul care ocupă căsuța nr. 42 s-a transformat în vecinul său din dreapta, elementul nr. 43.

Ca și în chimia obișnuită, unde același compus poate fi obținut pe căi diferite, în chimia nucleară aceleași elemente pot fi preparate artificial prin intermediul a diferite reacții.

Lumea a învățat să producă kilograme de techneţiu în cea mai minunată fabrică din lume. Această fabrică este un reactor nuclear unde energia este produsă de neutroni lenți ce scindează nucleele de uraniu. Ele se rup în fragmente diferite, fiecare nucleu producând două fragmente. Aceste fragmente sunt nucleele atomice ale elementelor situate în centrul Tabelului lui Mendeleev.

Prin fisiune, uraniul dă naștere la elemente care ocupă peste 30 de căsuțe din Tabelul periodic, de la nr. 30 la nr. 64, incluzând techneţiul și alt element ciudat care a fost căutat în zadar în scoarța Pământului, zeci de ani de-a rândul. Acesta a fost prometiul, locatarul căsuței 61.

Chimia nucleară a furnizat chimiștilor elemente mai grele decât uraniul.

Pe lângă fragmente, fisiunea nucleelor de uraniu dă naștere la un mare număr de neutroni care pot fi preluați de nucleele nescindate. Astfel devine posibilă sinteza elementelor cu număr atomic 93, 94 și așa mai departe, cunoscute ca elemente transuranice.

Chimia nucleară cunoaște multe metode de producere a acestor elemente.

în prezent, se cunosc 12 elemente transuranice și anume, neptuniu, plutoniu, americiu, curiu, berkeliu, californiu, einsteiniu,

fermiu, mendeleviu, lawrenciu și kurceatoviu, ultimul fiind cel mai greu element transuranic sintetizat în 1964 de un grup de fizicieni sovietici conduși de P. Flerov. Unul dintre elementele transuranice, având numărul atomic 102, nu a căpătat încă un nume. *

* *El se numește nobeliu.*

Imaginați-vă surpriza unui zidar care, terminând de așezat cărămizile unui nou etaj al casei, descoperă a doua zi că toată munca lui a dispărut. Acesta este impasul cercetătorilor care studiază proprietățile chimice ale elementelor transuranice. Aceste elemente sunt foarte instabile, viața lor fiind de ordinul minutelor sau chiar secundelor. Când lucrează cu elemente obișnuite, chimistul nu este presat de timp. Dar când are de a face cu reprezentanții cu viață scurtă ai Tabelului periodic, în special cu elementele transuranice grele, fiecare minut de cercetare cântărește „greutatea sa în aur”. Nu numai că obiectele de studiat pot să dispară în orice secundă, dar cantitățile de care dispune chimistul sunt limitate, uneori de numai câțiva atomi.

Aceasta face necesară utilizarea unor metode speciale de cercetare. Ele sunt guvernate de o nouă ramură a chimiei, numită radiochimie, chimia elementelor radioactive.

Moartea și veșnicia în lumea elementelor

Vine o vreme când chimiștii devin într-un fel arheologi. Ei au învățat să aprecieze vârsta diferitelor minerale din scoarța Pământului, foarte asemănător cu arheologii care determină cu câte secole în urmă a fost făcută o podoabă de bronz sau un vas de lut.

S-a găsit că unele minerale sunt vechi de peste patru miliarde și jumătate de ani. Ele sunt tot atât de vechi ca însăși planeta noastră, Pământul. Dar mineralele sunt compuși chimici. Ele constau din elemente. Așadar elementele sunt nemuritoare.

Ni se pare absurdă întrebarea dacă un element poate muri? Moarte este soarta tristă a ființelor vii…

Nu, această întrebare nu este chiar fără sens, cum pare la prima vedere.

Există un fenomen fizic numit radioactivitate. El constă în descompunerea spontană a unor elemente (de fapt nuclee atomice). Unele nuclee eliberează electroni din profunzimea lor. Altele emit ceea ce se numesc particule alfa (nuclee de heliu). Altele se rup în

două jumătăți aproape egale, proces cunoscut sub numele de fisiune spontană.

Toate elementele sunt radioactive? Nu, nu toate, ci mai ales cele de la sfârșitul Tabelului periodic, începând cu poloniul.

Când se descompune, un element radioactiv nu dispare cu totul. El se transformă în altul. Lanțul transformărilor radioactive poate fi foarte lung.

De exemplu, toriul și uraniul se transformă în cele din urmă în plumb stabil. Dar pe parcurs se nasc și dispar o serie de elemente radioactive.

Elementele radioactive au longevități diferite. Unele pot exista timp de zeci de miliarde de ani înainte de a dispare complet. Viața altora este de ordinul minutelor sau chiar secundelor. Oamenii de știință apreciază longevitatea elementelor radioactive printr-o unitate specială numită perioadă de înjumătățire sau timp de înjumătățire. În această perioadă, orice cantitate dintr-un anumit element radioactiv se descompune exact în jumătate din greutatea sa inițială.

Timpul de înjumătățire a uraniului și a toriului este de câteva miliarde de ani. La elementele care se află înaintea lor în tabelul periodic, protactiniu, actiniu, radiu și franciu, radon, astatiniu și poloniu, situația este cu totul alta. Timpul lor de înjumătățire este

mult mai scurt, în orice caz nu mai mult de o sută de mii de ani. Aceasta produce o nedumerire neașteptată.

Cum se face că aceste elemente cu viață scurtă mai există pe Pământ știind că planeta noastră are o vechime cam de 5 miliarde de ani? Această perioadă de timp, greu de imaginat, ar fi fost destul de lungă pentru ca radiul, actiniul și alte elemente din grupul lor să fi dispărut de peste o sută de ori. Totuși, ele există și au fost ascunse în mineralele terestre veacuri de-a rândul. Este ca și când natura ar avea la dispoziție un elixir care le păzește de dispariție.

Dar nu acesta este adevărul. Pur și simplu ele reapar pentru că provin dintr-o sursă inepuizabilă, rezervele terestre de uraniu și toriu. Atât timp cât acești „patriarhi" radioactivi parcurg drumul lor lung și complex de transformări, formând în ultimă instanță plumb stabil, ei trebuie să-și continue transformarea în elemente intermediare. Astfel, între elementele chimice putem distinge două grupe mari și anume elemente primare și secundare.

Elementele primare sunt toate elementele neradioactive plus uraniul și toriul ale căror timpi de înjumătățire sunt mai mari decât vârsta Pământului. Ele au fost martore la formarea Sistemului solar.

Toate celelalte sunt elemente secundare.

Totuși va veni o vreme când din Sistemul periodic vor lipsi câteva elemente. Acestea vor fi uraniul și toriul, sursa eternă de elemente secundare, care este totuși relativ eternă. Într-un anumit moment din viitor, peste câteva sute de miliarde de ani, ele vor dispare de pe fața Pământului și odată cu ele vor dispare și produșii transformărilor lor radioactive.

Unui, doi, trei, mai multe…

Cam la atât se reduceau posibilitățile de a număra ale omului primitiv. Aparatul său matematic conținea numai două mărimi cantitative: „mult” și „puțin”.

Lumea folosea cam același criteriu și acum circa o sută de ani, când încerca să aprecieze cantitățile din diferitele elemente pe care planeta noastră le-a depozitat în „magaziile” ei.

De exemplu, plumbul, zincul și argintul au găsit o largă aplicare în practică; ele erau în cantități „mari”.

Deci aceste elemente au fost considerate abundente. Dar pământurile rare (lantanidele) erau rare pentru că ele se găseau cu greu în Pământ. Erau deci puține. Iată așadar ce simplu se raționa acum un secol.

Primii care au cercetat cantitățile în care se găseau elementele chimice au avut de făcut o treabă ușoară. Contemporanii noștri se amuză gândindu-se la „activitatea” acestora. Și cum să nu râdă când astăzi se știe exact cât există din fiecare element! Când se poate spune chiar și câți atomi din fiecare element există în scoarța Pământului! Se știe cu siguranță că așa-zisele pământuri rare sunt numai ceva mai puțin abundente în mineralele planetei noastre decât plumbul, zincul și argintul luate împreună.

Estimarea riguroasă a rezervelor de elemente chimice a început cu o ispravă științifică a savantului american Clark. El a efectuat mai mult de 5500 de analize chimice ale unei mari varietăți de minerale de la tropice și din tundră, din toate felurile de apă de la cele mai îndepărtate lacuri și până la Oceanul Pacific. El a studiat probe din diferite soluri din toate părțile lumii. Munca sa titanică a durat 20 de ani. Datorită lui Clark și altor savanți omenirea a căpătat o idee clară despre abundența diferitelor elemente pe pământ.

Așa s-a născut geochimia. Ea a creat povești atât de minunate, cum omul nu mai cunoscuse până atunci.

S-a descoperit că primii 26 reprezentanți ai Tabelului lui Mendeleev, de la hidrogen la fier, formează aproape întreaga scoarță a Pământului. Ei constituie 99,7% din greutatea sa, lăsând numai o mică parte, de 0,3% pentru restul de 67 elemente întâlnite în natură.

Care din ele se găsește pe Pământ în cantitatea cea mai mare?

Nici fierul, nici cuprul, nici staniul, deși omul le-a folosit timp de mii de ani și rezervele acestor metale par a fi imense, chiar inepuizabile. Cel mai abundent element este oxigenul. Dacă plasăm toate resursele de oxigen ale Pământului pe unul din talerele unei balanțe imaginare și toate celelalte elemente pe celălalt taler, ele vor fi aproape la echilibru. Aproape jumătate din scoarța Pământului este formată din oxigen. El se află pretutindeni: în apă, în atmosferă, într-un număr imens de roci, în orice animal sau plantă și peste tot are o pondere însemnată.

Un sfert din scoarța Pământului este siliciu. El reprezintă baza lumii anorganice.

În continuare, elementele Pământului se așază din punct de vedere al abundenței în următoarea ordine: aluminiu 7,4%; fier 4,2%; calciu 3,3%; sodiu 2,4%; potasiu și magneziu câte 2,35% fiecare; hidrogen 1% și titan 0,6%.

Acestea sunt cele mai abundente 10 elemente chimice ale planetei noastre.

Dar care este cel mai puțin abundent element de pe Pământ?

Există foarte puțin: aur, platină și metale platinice. Iată de ce sunt ele atât de prețuite.

Dar acest lucru reprezintă un paradox căci aurul a fost primele dintre metale care a devenit cunoscut omului. De asemenea, platina a fost descoperită înainte de a se fi auzit de oxigen, siliciu sau aluminiu.

Metalele nobile au o caracteristică aparte. Ele nu se întâlnesc în natură sub formă de compuși, ci în stare nativă. Nu este necesar niciun efort pentru a le scoate din minereuri, iată de ce au fost găsite pe Pământ cu atât de multă vreme în urmă.

Totuși, aceste metale nu iau „premiul” pentru raritate. Acest premiu se cuvine elementelor radioactive secundare.

Am putea pe drept să le numim „elemente fantomă”.

Geochimiștii ne spun că totalitatea cantității de poloniu de pe Pământ este de numai 9600 tone; cantitatea de radiu este și mai mică, 260 tone; există 26 000 tone de actiniu. Radiul și protactiniul sunt adevărați giganți printre fantome; ele totalizează cam 100 milioane tone, dar în comparație cu aurul și platina, aceasta este o cantitate foarte mică. Cât privește astatiniul și franciul, ele nu pot fi clasificate nici măcar ca fantome, pentru că există în cantități și mai

mici. Rezervele terestre de astatiniu și franciu sunt măsurate – sună ridicol – în miligrame.

Numele celui mai rar element de pe Pământ este astatiniul (69 miligrame în toată scoarța Pământului).

Primele elemente transuraniene, neptuniul și plutoniul, se găsesc de asemenea pe Pământ. Ele au apărut în natură ca urmare a unor reacții nucleare foarte rare între uraniu și neutronii liberi. Aceste fantome se pot „lăuda” cu sute și mii de tone. Cât despre prometiu și technețiu, care provin tot din uraniu (acesta fiind capabil de fisiune spontană, scindându-se în două fragmente aproximativ egale), nu se poate spune nimic. Oamenii de știință au găsit urme abia perceptibile de technețiu și caută încă prometiu în mineralele de uraniu. Trebuie inventată o balanță pe care ar putea fi cântărite „rezervele” de prometiu și technețiu ale Pământului.

A fost natura dreaptă?

Astăzi oamenii de știință spun că toate elementele chimice cunoscute în natură pot fi detectate în orice probă de mineral. Toate

– fără excepție. Desigur, proporția lor variază imens. Dar de ce oare există așa de mult din unele și așa de puțin din altele?

În Sistemul periodic toate elementele au drepturi egale. Fiecare ocupă locul său bine definit. Dar când este vorba de rezervele terestre ale elementelor, aceste drepturi dispar.

Elementele ușoare ale Tabelului lui Mendeleev, reprezentantele din prima treime a acestuia, constituie cea mai mare parte a scoarței Pământului. Dar nici între ele nu există egalitate. Unele sunt mai abundente, altele mai puțin abundente. De exemplu, borul, beriliul și scandiul sunt plasate printre elementele foarte rare.

De când există Pământul, „rezervele” elementelor sale s-au modificat.

O cantitate considerabilă de uraniu și toriu a dispărut datorită radioactivității. O mare cantitate de gaze nobile și hidrogen s-a pierdut în spațiu. Dar tabloul general nu s-a schimbat.

Oamenii de știință din zilele noastre scriu că abundența elementelor chimice din scoarța Pământului scade regulat de la elementele ușoare la cele cu greutate medie și apoi la cele grele. Aceasta nu este totdeauna valabil. De exemplu, este mult mai mult plumb pe Pământ decât din multe elemente ușoare ale Tabelului lui Mendeleev. De ce? De ce nu sunt cantități egale din toate? Nu a fost

natura nedreaptă „acumulând” unele elemente și neîngrijindu-se și de rezervele celorlalte?

Nu, căci există legi după care trebuie să existe mult din unele elemente și puțin din altele. Ca să fim cinstiți, nu cunoaștem încă aceste legi și ne mulțumim cu presupunerea lor.

Elementele chimice nu au existat dintotdeauna. Universul este astfel constituit încât întotdeauna există, în diverse părți ale sale, un proces imens de formare sau sinteză a elementelor, un proces atât de măreț încât nu are termen de comparație. Reactoarele nucleare cosmice, acceleratoarele cosmice sunt stelele. Elementele chimice sunt totdeauna pe cale de a fi „preparate” în profunzimea unora din ele.

Acolo domnesc temperaturi nemaiauzite, presiuni inimaginabile. Legile de bază sunt cele ale chimiei nucleare, regulile – reacțiile chimice nucleare transformând un element în altul, elementele ușoare în altele mai grele. Aceste legi decid că unele elemente se formează mai ușor și în cantități mai mari, în timp ce altele se formează mai greu și deci în proporții mai mici.

Toate depind de stabilitatea diferitelor nuclee atomice. Referitor la aceasta, chimia nucleară are o opinie bine definită. Nucleele izotopilor elementelor ușoare conțin un număr aproape egal de protoni și neutroni. Aceste particule elementare formează structuri

foarte stabile. Iată de ce nucleele ușoare sunt mai ușor de sintetizat. În general, natura tinde să creeze sisteme de cea mai mare stabilitate posibilă. Ele sunt mai ușor de sintetizat dar participă mai greu la reacțiile nucleare din care rezultă nuclee cu sarcini mai mari. Astfel de nuclee conțin considerabil mai mulți neutroni decât protoni și deci nucleele de masă medie și mare nu au o stabilitate prea mare. Ele sunt supuse mai mult legii întâmplării, mai înclinate spre schimbări și deci sunt incapabile să se acumuleze în cantități foarte mari.

Conform legilor chimiei nucleare, cu cât este mai mare sarcina nucleelor, cu atât este mai dificilă sinteza lor și deci se formează cu atât mai puține astfel de nuclee.

Compoziția chimică a Pământului nostru este ca o replică tăcută, o reflectare fără voce a dinamicii legilor care guvernează procesele producerii elementelor. Când savanții vor fi învățat aceste legi în întregime, atunci vom putea spune de ce elementele chimice sunt în cantități atât de diferite.

Pe urmele unor sori falși

În cel de al optulea deceniu al secolului trecut, o revistă de chimie a publicat un articol curios. Autorul, puțin cunoscut lumii științifice, a relatat că a reușit să detecteze două noi elemente chimice deodată. El le-a dat numele pompoase de kosmiu și neokosmiu. În acel timp descoperirea de noi elemente chimice devenise aproape un fenomen de masă. Unii cercetători nici nu se mai oboseau să găsească nume pentru elemente „nou-născute” și le notau cu literele alfabetului grecesc.

Curând a devenit clar că „descoperitorul” kosmiului și neokosmiului făcuse doar o glumă, incitat de această epidemie de descoperiri. Articolul a fost un fel de păcăleală de întâi aprilie. Numele autorului era Kosman.

În Tabelul periodic sunt 104 elemente. În istoria științei s-au înregistrat 104 descoperiri de elemente. În afară de această listă, mai există una, mai lungă, incluzând câteva sute de nume. Acesta este „calendarul bisericesc” al elementelor care încă se nasc, acelea care iau viață ca rezultat al unor iluzii, erori experimentale, și uneori al neatenției cercetătorilor.

Lung și spinos a fost drumul descoperitorilor de noi elemente, ca un drum printr-un desiș care se pierde printre deschizături înguste. Imediat în apropierea lui există un alt drum, o pistă bătătorită.

Dar acesta a fost drumul sorilor falși, a unor false descoperiri de elemente chimice. Ca să nu mai vorbim de numărul lucrurilor suspecte și al paradoxurilor întâlnite pe acest drum! Cazul Kosman a fost doar o picătură în ocean.

Englezul Crookes a izolat din ytriu o mulțime de noi substanțe simple pe care le-a numit meta-elemente. De fapt ele erau amestecuri de elemente bine cunoscute.

Savantul german Swinne a căutat elementele trans-uraniene în probe de ceea ce se credea a fi praf cosmic, colectat printre ghețarii din Groenlanda de către faimosul explorator polar Nordenskjold. El s-a grăbit să relateze că a reușit să găsească în acest praf un element cu numărul atomic 108! Adevărul însă a ieșit curând la suprafață. Savantul ghinionist s-a aflat pur și simplu sub iluzia unei idei teoretice false.

Nu putem să nu amintim pe englezul Freehand care a organizat o expediție specială în Palestina pentru a „pescui” urme ale elementelor nr. 85 și 87 în apele fără viață ale Mării Moarte. Sau pe americanul Allison care, în timp ce oamenii de știință încercau să răspundă la întrebarea de ce niciun analog greu ai iodului și cesiu-lui nu poate fi găsit pe Pământ, a început să le descopere pretutindeni. El le-a determinat în toate soluțiile și mineralele cercetate printr-o nouă metodă pe care el însuși o inventase. Metoda s-a dovedit a fi

greșită. Analizele nenumărate obosiseră prea mult ochiul experimentatorului și conduseseră la erori.

Chiar și marii savanți au făcut unele greșeli căutând sori falși. Italianul Fermi credea că unele elemente transuranice apar brusc la bombardarea uraniului cu neutroni.

De fapt acestea erau fragmentele de fisiune ale nucleelor de uraniu, elementele din mijlocul Sistemului periodic.

Multe controverse au persistat până în zilele noastre, în 1958 un grup de oameni de știință din Stockholm a sintetizat un nou element cu numărul atomic 102. El a fost numit nobeliu în onoarea inventatorului dinamitei. Savanții sovietici și americani nu au fost de acord cu aceste rezultate. Până de curând, unii savanți afirmau cu ironie că tot ce a mai rămas din nobeliu este simbolul său. Totuși, izotopii celui de al 102-lea element s-au obținut prin diferite metode în U.R.S.S. şi S.U.A.

Soarta unuia dintre cei 104

Iată o scurtă poveste despre soarta unui element chimic.

Adresa lui este apartamentul nr. 92, numele – uraniu.

Numele vorbește singur. Două dintre cele mai mari descoperiri științifice ale tuturor timpurilor și popoarelor sunt legate de uraniu. Acestea sunt descoperirea radioactivității și a fisiunii nucleelor grele de către neutroni. Uraniul a dat oamenilor cheia stăpânirii energiei nucleare. Uraniul i-a ajutat să producă elemente necunoscute în natură; elementele transuranice, technețiu și promețiu.

Documentele istorice dovedesc că biografia uraniului a început la 24 septembrie 1789.

În cursul istoriei descoperirii elementelor chimice s-au petrecut tot felul de întâmplări. În unele cazuri nimeni nu știe cine a fost descoperitorul. Pe de altă parte sunt elemente care au o listă destul de voluminoasă de „descoperitori”. Dar „nașul” uraniului se cunoaște sigur. Acesta a fost chimistul Martin Klaproth, unul din fondatorii chimiei analitice. Totuși istoria i-a jucat o farsă. Martin Heinrich Klaproth s-a dovedit a fi doar unul din „nașii” eroului nostru.

Pechblenda a fost cunoscută de om de secole și a fost considerată ca fiind un minereu de zinc și fier. Ochiul fin de analist al lui Klaproth suspectează prezența unui metal necunoscut și curând această bănuială se adeverește. Noul element apare ca o pulbere neagră cu luciu metalic. Numele i-a fost dat în onoarea planetei

Uranus „descoperită nu cu mult timp înainte de astronomul englez Herschel.

După aceasta, timp de o jumătate de secol nimeni nu s-a îndoit de adevărul descoperirii lui Klaproth. Nimeni nici n-a îndrăznit măcar să pună la îndoială opera analistului de prim rang al Europei. Elementul uraniu a călătorit prin paginile cărților de chimie.

În 1843 acest marș triumfal a fost puțin încetinit de către chimistul francez Eugene Peligot. El a dovedit că ceea ce a ținut Klaproth în mâna sa nu a fost elementul uraniu ci numai oxidul de uraniu. Mai târziu, istoricii imparțiali au scris că Peligot ar putea fi considerat cel de al doilea „naș" al elementului.

Dar aceasta nu epuizează lista „nașilor" uraniului. Cel de al treilea a fost D. Mendeleev.

La început uraniul nu se încadra în Tabel. I s-a dat un loc în grupa a III-a, între cadmiu și staniu, unde acum este situat indiul. Acest loc a fost atribuit uraniului conform cu greutatea sa atomică, dar nu și cu proprietățile lui. În ce privește proprietățile, uraniul părea un străin ajuns întâmplător în căsuța care i-a fost atribuită.

Mendeleev a tras concluzia că greutatea atomică a uraniului a fost determinată incorect și a mărit cifra cu 50%. Aceasta a pus uraniul în grupa a VI-a a tabelului, ocupând ultimul loc în seria elementelor.

Foarte curând s-a dovedit că Mendeleev a avut dreptate.

Unde este locul tău, uraniu?

Nu există elemente în Sistemul lui Mendeleev care să nu aibă niciun loc. Există elemente cu loc nedefinit. Astfel este de exemplu hidrogenul, primul din ele. Cercetătorii sunt încă nesiguri dacă elementul nr. 1 trebuie să fie în prima sau în cea de a șaptea grupă a Tabelului periodic…

Uraniul este cam în aceeași situație.

Dar Mendeleev a determinat oare poziția lui odată pentru totdeauna?!

Timp de decenii nimeni nu s-a îndoit de locul uraniului în grupa a șasea a Tabelului periodic, ca fiind membrul cel mai greu al acestei familii, care include de asemenea cromul „molibdenul și wolframul. Poziția lui părea infailibilă.

Dar timpurile se schimbă și uraniul nu a mai fost ultimul din seria elementelor. O întreagă „cohortă” de elemente transuraniene a fost

realizată de om și ele trebuiau să fie plasate în Tabelul lui Mendeleev. Ce grupe și ce căsuțe trebuiau afectate elementelor transuraniene? După o lungă controversă un mare număr de savanți au ajuns la concluzia că ele trebuie plasate toate într-o singură grupă și într-o singură căsuță.

Această decizie nu a căzut „din lună”, cum s-a mai întâmplat odată în Tabelul periodic. Lantanidele, în total 14 elemente ale perioadei a VI-a, au fost plasate împreună cu lantanul într-o singură căsuță a grupei a III-a.

Fizicienii au prevăzut cu mult înainte că un fenomen asemănător se va repeta și în perioada următoare. Ei au presupus că trebuie să existe o familie de elemente asemănătoare lantanidelor în cea de a șaptea perioadă. Numele acestei familii este „actinide”, deoarece ea începe imediat după actiniu care este situat în Tabel chiar sub lantan.

Deci, toate elementele transuraniene sunt membri ai acestei familii. Și nu numai ele ci și uraniul cu vecinii săi cei mai apropiați din stânga, anume protactiniul și toriul. Toate acestea au trebuit să-și părăsească vechile și obișnuitele lor locuri din grupele a șasea, a cincea și a patra și să se mute în grupa a treia.

Cam cu o sută de ani în urmă Mendeleev a mutat uraniul din această grupă. Acum el a revenit din nou aici, de data aceasta

având însă „toate drepturile”. Iată ce lucruri curioase se pot întâmpla în viața Sistemului periodic.

Fizicienii acceptă o atare stare de lucruri, dar chimiștii, cel puțin nu în unanimitate, o acceptă cu rezerve, pentru că în ceea ce privește proprietățile, uraniul este la fel de străin pentru grupa a III-a cum era și pe vremea lui Mendeleev. La fel de nepotrivită este grupa a III-a și pentru toriu și protactininu.

Unde îți este locul, uraniu? Acesta rămâne încă un subiect de controversă pentru savanți.

Mici povestiri arheologice

Când a început omul să folosească fierul pentru prima oară? Răspunsul vine de la sine: când a învățat să-l topească din minereurile lui. Istoricii au stabilit chiar data aproximativă a acestui important eveniment ca fiind data începutului „epocii de fier” pe Pământ.

Dar de fapt epoca de fier a început înainte ca metalurgul primitiv să fi produs primul kilogram de fier în furnale primitive. Aceasta a

fost concluzia la care au ajuns chimiștii înarmați cu metode moderne de analiză.

Primele bucăți de fier folosite de strămoșii noștri au căzut literalmente din cer. Așa-numiții meteoriți de fier conțin totdeauna pe lângă fier, nichel și cobalt. Cercetându-se recent unele din cele mai vechi unelte de fier, chimiștii au găsit că ele conțin și vecinii fierului din Tabelul lui Mendeleev și anume cobalt și nichel.

Aceste metale sunt prezente aproape întotdeauna în minereurile de fier de pe Pământ.

Este oare această concluzie definitivă? Sută la sută nu. Studiul antichității este o problemă foarte dificilă. Dar aici este foarte posibil să dai peste neprevăzut.

Arheologii oferă brusc următoarea surpriză istoricilor chimiei:

...În 1912, în timpul săpăturilor de la ruinele romane de lângă Neapole, profesorul Günther de la Universitatea din Oxford a găsit niște mozaicuri de sticlă de o frumusețe surprinzătoare. Culoarea sticlei nu părea să fi pălit în două mii de ani.

Pentru a stabili compoziția coloranților folosiți de vechii romani, Günther a trimis două probe de sticlă verde-deschis în Anglia, unde acestea au ajuns în mâna chimistului Maclay.

Analizele nu au arătat nimic neobișnuit, cu excepția unei impurități ce reprezenta cam 1,5%. Dar ce era această impuritate, Maclay nu a putut spune.

Întâmplarea a salvat situația. S-a întâmplat ca cineva să cerceteze dacă impuritatea era radioactivă. Din fericire ea prezenta într-adevăr radioactivitate. Dar cărui element se datora?

Chimiștii au considerat că impuritatea necunoscută ar fi oxid de uraniu.

Era aceasta o descoperire? Greu de crezut. Sărurile de uraniu se întrebuințau de mult pentru colorarea sticlei. Aceasta a fost una din primele utilizări practice ale uraniului. Dar în sticlele romanilor uraniul era amestecat absolut întâmplător. Astfel, problema a fost considerată închisă pentru un timp. Dar după câțiva zeci de ani, arheologul și chimistul american Kelly a reactualizat acest fapt dat uitării.

După cercetări îndelungate, analize repetate și compararea diferitelor date, Kelly a ajuns la concluzia că prezența uraniului în vechile sticle romane era mai degrabă o regulă decât o excepție. Romanii cunoșteau minereurile de uraniu și le utilizau în scopuri practice, în special pentru colorarea sticlei.

Oare aici să fi început biografia uraniului?

Uraniul și profesiunile sale

În secolul douăzeci, cel de al nouăzeci și doilea element al Tabelului periodic a devenit elementul cel mai important. Aceasta pentru că uraniul a fost cel care a pus în funcțiune primul reactor nuclear. El a dat oamenilor cheia utilizării unui nou tip de energie.

Acum uraniul este produs în cantități mari, producția mondială depășind 40000 tone pe an. În momentul de față acestea sunt suficiente pentru satisfacerea cerințelor ingineriei nucleare.

Totuși, deși pare curios, din cantitatea totală de uraniu produs, numai 5% este practic utilizată pentru anumite scopuri. Restul de 95% se consideră inutilizabilă deoarece ea conține prea puțin din izotopul uraniu-235, principalul combustibil nuclear.

Dar aceasta să însemne oare că o cantitate atât de mare de muncă din partea geologilor, minerilor și chimiștilor a fost cheltuită în zadar?

Nu trebuie să vă neliniștiți: uraniul are și alte funcții „nucleare”, destul de multe la număr. Nespecialiștii știu foarte puține despre

acestea, ceea ce este destul de rău. Uraniul a atras interesul biologilor. S-a găsit că elementul nr. 92 este indispensabil creșterii normale a plantelor. Astfel, el produce creșterea semnificativă a zahărului în morcovi, sfeclă și în unele fructe. De asemenea uraniul stimulează dezvoltarea unor importante microorganisme din sol.

Și animalele au nevoie de uraniu. Într-un experiment foarte interesant, în hrana unor șobolani au fost adăugate cantități foarte mici de săruri de uraniu timp de un an. Conținutul acestui element în organism a rămas practic neschimbat, nu s-au observat niciun fel de consecințe dăunătoare, în schimb animalele aproape că și-au dublat greutatea.

Cercetătorii cred că uraniul ajută mult la asimilarea fosforului, azotului și potasiului, cele mai importante elemente pentru viață.

Uraniul în medicină? Da, aceasta este una din cele mai vechi aplicații practice ale elementului. S-au făcut încercări de a utiliza sărurile lui în tratarea unor boli ca diabetul, bolile de piele și chiar tumorile. În unele cazuri s-au obținut succese. „Terapia cu uraniu” este acum din nou la ordinea zilei.

Uraniul își găsește o ciudată utilizare în metalurgie. Aliajul său cu fierul (fero-uraniu) este adăugat în oțeluri pentru a îndepărta oxigenul și azotul. Oțelurile cu fero-uraniu pot fi folosite la temperaturi foarte scăzute. Oțelurile uraniu-nichel sunt foarte

rezistente chiar la agenții chimici cei mai agresivi, ca „apa regală” (un amestec de acid azotic și acid clorhidric).

Un alt rol foarte interesant și neobișnuit al uraniului este cel de catalizator al multor reacții chimice. Sinteza amoniacului din azot și hidrogen este uneori realizată în prezența carburii de uraniu. Oxidul de uraniu accelerează oxidarea metanului de către oxigen, producerea alcoolilor metilic și etilic din oxid de carbon și hidrogen cât și prepararea acidului acetic. Nu puțini produși ai chimiei organice sunt obținuți cu ajutorul catalizatorilor pe bază de uraniu.

Chimia uraniului este foarte darnică. El poate fi hexa-, penta-, tetra- sau trivalent în compușii săi. Compușii uraniului cu diferite valențe sunt atât de diferiți încât chimia acestuia pare a fi chimia combinată a patru elemente.

O clădire neterminată?

Am spus multe lucruri frumoase despre Sistemul periodic și despre marele său arhitect. Dar, întâmplător, clădirea nu este terminată. Cel de al șaptelea etaj al său este doar pe jumătate construit. El trebuia să aibă 32 apartamente dar până acum au fost

mobilate numai 17. Și apoi mai este ceva ciudat și în legătură cu locatarii săi: cu greu poți fi sigur dacă ei locuiesc acolo sau nu. O adevărată fantasmagorie.

Chimiștii și fizicienii au dezbătut îndelung problema existenței unui sfârșit logic al Tabelului periodic, sau, mai simplu, care este numărul atomic al ultimului element.

Cu patruzeci de ani în urmă numărul 137 a început să apară pe paginile unor reviste și cărți de fizică deosebit de serioase. Un om de știință remarcabil s-a aventurat chiar să scrie o cărticică intitulată „Numărul magic 137”.

De ce este acest număr atât de remarcabil?

Stratul de electroni cel mai apropiat de nucleu nu este întotdeauna la aceeași distanță de acesta. Raza stratului devine mai mică cu creșterea sarcinii nucleului. Ca urmare, în atomul de uraniu acest strat este mult mai aproape de nucleu decât, să spunem, la potasiu.

Ar trebui ca la un anumit moment dat nucleul și stratul electronic cel mai apropiat să aibă o rază egală. Ce s-ar întâmpla atunci cu electronii acestui strat?

Ei ar „cădea” pe nucleu și ar fi „înghițiți” de acesta. Dar penetrația unei sarcini negative în nucleu reduce sarcina pozitivă totală cu o

unitate. Deci numărul atomic al noului element format ar fi cu o unitate mai mic decât cel al elementului din care a provenit.

Și astfel am ajuns la numărul ultimului element. Ultimul apartament în „marea casă” este nr. 137.

Mai târziu, cam acum zece ani și ceva, fizicienii au descoperit o eroare. Calcule mai precise au arătat că electronul s-ar zdrobi de nucleu dacă sarcina acestuia ar fi de aproximativ 150.

Iată ce luminoase sunt perspectivele completării „marii case”! Cât de multe elemente, cât de multe descoperiri îi așteaptă pe chimiști. Patruzeci de viitori locuitori așteaptă permisiunea de a se muta în casa fondată de Mendeleev.

Dar vai, astăzi acesta nu este decât un vis, o fantezie atrăgătoare, dar nerealizabilă!

În calcularea numărului atomic al ultimului element oamenii de știință au omis ceva foarte important. Nu pentru că ar fi uitat, ci doar au vrut să știe ce ar fi dacă…?

Dacă nu ar fi radioactivitate? Dacă nucleele cu sarcini foarte mari ar fi la fel de stabile ca cele ale numeroaselor elemente ce există pe Pământ?

Radioactivitatea este un stăpân absolut al elementelor mai grele ca bismutul. Ea distribuie vieți de înjumătățire lungi unora și permite altora să trăiască numai câteva clipe.

Elementul 104, kurceatoviu, are o perioadă de înjumătățire de numai 3/10 de secundă. Dar elementele 105 și 106? Viețile lor de înjumătățire sunt, după toate probabilitățile, și mai scurte. Și nu peste multă vreme vom ajunge la limita la care nucleul noului element se descompune înainte de a se naște. Am fi fericiți să ajungem până la cel de al 110-lea element…

Natura însăși și legile sale fizice stricte pot să acuze Tabelul lui Mendeleev ca fiind incomplet.

Totuși, de câte ori nu a cucerit omul natura?

Un imn pentru alchimiștii moderni

Alchimiștii nefericiți ai Evului Mediu erau torturați din ordinul Inchiziției spaniole și arși pe rug. Alchimiștii „nucleari” de astăzi sunt citați cu respect și răsplătiți cu premii Nobel.

Cei din vechime credeau prea mult și nu știau ce fac. „Teoria” lor consta în invocări, în rugăciuni și credință oarbă în proprietățile magice ale misterioasei pietre filozofale. Cei de azi nu cred nici în Dumnezeu nici în diavol. Ei cred în puterea minții omenești și în ingeniozitatea nesfârșită a mâinilor omului. Ei recunosc teoriile stricte și solide ale fizicii, ce constau în multă fizică, matematică ca și în numeroase presupuneri și ipoteze îndrăznețe.

Alchimiștii zilelor noastre încearcă să pătrundă în domeniul elementelor foarte grele. Dar aceasta nu-i va face oare să semene unor constructori de castele din nisip?

Tocmai spuneam că viețile de înjumătățire atribuite elementelor cu numărul atomic în jur de 110 sunt mai mult decât exacte.

Este și nu este așa. Marele fizician danez Niels Bohr vorbea cândva despre partea bună a ideilor îndrăznețe. După părerea lui, numai ele sunt capabile să revoluționeze concepțiile obișnuite despre univers.

Creatorii elementelor super-grele au avut și ei asemenea idei. Îndrăznim însă să spunem că astfel de idei nu sunt mai îndrăznețe decât, să zicem cele asupra teoriei relativității. Ele sunt bine aprofundate, au o bază fizică solidă și au fost verificate prin calcule amănunțite.

Esența acestor idei este că trebuie să existe ceva ce s-ar putea numi „insule de stabilitate” în domeniul nucleelor cu sarcină mare. Aceasta nu înseamnă că elementele respective nu sunt supuse descompunerii radioactive, ci doar că ele trăiesc mai mult decât vecinii lor, un timp suficient nu numai pentru a fi sintetizate ci și pentru a face posibilă investigarea proprietăților lor esențiale.

Una din aceste „insule” este elementul cu numărul atomic 126. Dar aceasta este numai teoria și depinde de practică să producă elementul 126. Metodele convenționale ale chimiei nucleare nu sunt de niciun folos. Nici neutronii, nici deutronii, nici particulele a, nici ionii elementelor ușoare – argon, neon și oxigen, nu ajută acestui scop deoarece niciunul din ele nu este elementul țintă potrivit. Toate elementele accesibile sunt mult prea îndepărtate de elementul cu numărul atomic 126.

Așadar ar trebui inventate metode deosebite. O metodă originală, încă în discuție, este bombardarea uraniului cu uraniu, accelerarea ionilor de uraniu într-un accelerator special și aruncarea lor spre o țintă de uraniu.

Care va fi rezultatul? Cele două nuclee de uraniu se vor uni într-un singur nucleu complex uriaș. Uraniul poartă o sarcină de 92. Nucleul gigant ar avea în consecință o sarcină de 184. El nu numai că nu va fi capabil să existe dar nici nu va avea dreptul la aceasta. Ca

urmare, se va rupe în mod spontan în două fragmente cu mase și încărcări diferite. Și este foarte posibil ca unul din aceste fragmente să fie un nucleu cu sarcina 126…

Aceasta este ideea. Este o greșeală să nu credem că ea se va realiza mai devreme sau mai târziu. Pentru că așa este viața…

Pe marginea necunoscutului

Ce se va întâmpla nu știe nimeni. Dar sigur se va întâmpla ceva. Cineva va câștiga o victorie măreață asupra naturii, probabil cea mai mare din istorie.

El va învăța să controleze radioactivitatea. Va fi în stare să stabilizeze elementele instabile și, viceversa, să scindeze cele mai stabile nuclee.

Această ipoteză nu a fost preluată încă nici măcar de scriitorii de literatură științifico-fantastică. Iar oamenii de știință ridică încă din umeri cu mirare: până acum ei nu au putut vedea o cale practică sau teoretică de a stăpâni fenomenele radioactive.

Dar credem că asemenea căi vor fi găsite într-o zi, deși ele ne par de nepătruns așa cum ar părea o centrală atomică unui pitecantrop, dacă folosim exprimarea unui autor de roman științifico-fantastic.

Să presupunem acum că dorința noastră s-a realizat. Sinteza elementelor super-grele nu mai este o problemă. Omul de știință are la dispoziție duzini de locuitori ai „casei mari”. Chimiștii se omoară să le studieze sub toate aspectele.

Și acum față în față cu neprevăzutul. De fapt „neprevăzut” nu este cel mai potrivit cuvânt pentru că acum noi știm la ce ne putem aștepta. Putem prevedea proprietățile elementului, să zicem cu numărul atomic 126, menționat anterior?

Putem, și fără mare dificultate.

Vorbind la modul general, am putea continua teoretic Sistemul periodic cât de departe vrem. Principiul fizic general al structurii lui este clar. Un om cu o inteligență deosebită a prezentat odată unuia din autorii acestei cărți un tabel conținând o mie de elemente. Când a fost întrebat „De ce o mie și nu două sau zece mii?”, inventatorul a răspuns stânjenit: „Să vezi, coala de hârtie nu a fost destul de mare”…

Dar aceasta a fost o excentricitate. Cât despre elementul 126 se poate spune în mod serios și sigur că aparține unei noi familii de

elemente, o familie neobișnuită, cum chimiștii nu au mai întâlnit vreuna.

Familia ar începe cu elementul 121. Iar cei 18 membri ai ei vor semăna unul cu celălalt incomparabil mai mult decât vechile noastre cunoștințe, lantanidele. Acești locuitori ciudați ai „casei mari" abia dacă vor diferi unii de alții ceva mai mult decât izotopii unuia și aceluiași element.

Motivul este că cele trei straturi atomice exterioare ale tuturor elementelor din această familie vor fi identice; numai cel de al patrulea strat pornind din exterior va fi completat treptat, în serie. Ne-am putea aștepta la vreo diferență sesizabilă a proprietăților chimice într-un asemenea caz?

Una din povestirile din această carte este intitulată „Cei 14 gemeni". Dacă am încerca acum să descriem proprietățile presupusei familii, ne-ar da mult de gândit găsirea unui titlu. Am spune probabil „Cele 18 elemente identice" sau „18 elemente ca unul singur". Cuvântul „gemeni" nu se potrivește în acest caz.

Dar, deoarece această carte nu este științifico fantastică, amânăm descrierile concrete pentru altă dată…

O, da, dar ce putem spune despre aranjarea acestor 18 elemente „absolut identice" în Sistemul periodic?

Ca să fim cinstiți, nu suntem nici noi prea siguri în această privință. Mai mult, există încă numeroase controverse și în ce privește poziția lantanidelor și actinidelor, deși această problemă este mult mai simplă.

Vă dorim tuturor viață lungă. Dar nu credem că vreunul din cititorii noștri va trăi atunci când așezarea celor 18 elemente în „casa mare” va deveni o problemă de interes practic. Dar descendenții cititorilor noștri, apropiați sau îndepărtați, vor rezolva în mod cert această problemă.

Registrul elementelor

Odată, un individ ciudat, atunci când i s-a povestit despre stele, despre structura lor și de ce ele emit lumină, a exclamat: „Am înțeles totul! Dar ce aș vrea să știu este cum au descoperit astronomii numele diferitelor stele.”

Cataloagele stelare conțin sute de mii de corpuri cerești „botezate”. Dar să nu credeți că nume drăguțe ca Detelgeuse sau Syrius au fost alese pentru toate stelele. Astronomii preferă să denumească stelele după un fel de cod, o combinație de litere și

cifre. Dacă nu ar face așa, s-ar naște o mare confuzie. După acest cod experții pot ușor să localizeze o stea și să-i determine clasa spectrală.

Numărul de elemente chimice este incomparabil mai mic decât cel al stelelor. Dar iată că și numele lor ascund adesea povestiri emoționante legate de descoperirea lor. Iar chimiștii care au descoperit un nou element au fost nu rareori încurcați în a găsi un nume pentru „noul-născut”.

Era important să se găsească un nume care să indice cel puțin parțial proprietățile elementului. Acestea erau nume „practice”, dacă vreți. Ele cu greu pot fi numite romantice. Așa este hidrogenul („producător de apă” în limba greacă), oxigenul („producător de acid”) și fosforul („cel care aduce lumină”). Aceste nume amintesc proprietăți importante ale elementelor.

Unele elemente au fost denumite după planetele sistemului solar: astfel sunt seleniul și telurul (din limba greacă, după Lună și respectiv Pământ), uraniul, neptuniul și plutoniul.

Alte nume provin din mitologie.

Unul din acestea este tantalul. Tantal, fiul favorit al lui Zeus, a fost aspru pedepsit pentru o ofensă adusă zeilor. El trebuia să stea în apă până la gât iar deasupra lui atârnau ramuri cu fructe zemoase și

aromate. De câte ori însă dorea să-și potolească setea, apa se îndepărta de el și de câte ori dorea să-și liniștească foamea întinzând mina să rupă un fruct, ramurile se legănau îndepărtându-se de el. Suferințele îndurate de chimiști până când eforturile lor de a izola elementul tantal din minereul său au fost încununate de succes pot fi comparate numai cu cele ale fiului lui Zeus…

Numele de titan și vanadiu provin tot din mitologia greacă.

Sunt elemente care au fost numite în cinstea unor țări sau continente, cum sunt germaniul, galiul (după Galia, vechiul nume al Franței), poloniul (Polonia), scandiul (Scandinavia), franciul, ruteniul (Rutenia este numele latin al Rusiei), europiul și americiul.

Alte elemente au fost denumite după orașe. Acestea sunt: hafniul (Copenhaga), lutețiul (de la Luteția, numele latin al Parisului), berkeliu (în onoarea orașului Berkeley, S.U.A.), ytriul, terbiul, erbiul și yterbiul (după Ytterby, un orășel în Suedia, unde s-a descoperit prima dată mineralul ce conținea aceste elemente).

În fine, unele elemente s-au numit pentru a imortaliza numele unor mari savanți: curiu, fermiu, einsteiniu, mendeleviu și lawrenciu.

Există încă controverse printre oamenii de știință asupra originii numelor elementelor din antichitate și nimeni nu știe de ce, să spunem, sulful se numește sulf, fierul – fier sau staniul – staniu.

Vedeți cât de multe curiozități găsim în registrul elementelor chimice.

Șarpele cu coada în gură



Spiritul științei chimice

Aproape tot ce există în jurul nostru pe Pământ este constituit din compuși chimici, dintr-o mare varietate de combinații ale elementelor chimice.

Doar o mică parte a materiei terestre există sub formă de substanțe elementare, și anume: gazele rare, metalele platinice, carbonul în diferitele sale forme și cam atât.

Probabil, cu mult timp în urmă, nucleul materiei cosmice, care a devenit în cele din urmă planeta noastră, era în întregime alcătuit din atomi a circa 100 de elemente chimice. Sute, mii, milioane de ani au trecut. Condițiile s-au schimbat. Atomii reacționează unii cu alții. Laboratorul gigantic al naturii a început să producă! De-a lungul lungii sale evoluții, chimiștii au învățat să prepare toate felurile de substanțe, de la molecula simplă a apei la infinit de complexele proteine.

Evoluția planetei și a vieții se datorează în mare măsură chimiei.

Marea diversitate a compușilor chimici se datorează existenței proceselor numite reacții chimice. Ele sunt adevăratul spirit al științei numite chimie cât și principalul ei subiect. Este imposibil să estimăm, chiar și aproximativ, numărul reacțiilor chimice care se petrec în lume, să zicem, într-o secundă.

De exemplu, pentru ca o persoană să pronunțe cuvântul „secundă”, trebuie să se petreacă în creier mai multe procese chimice; vorbim, gândim, ne bucurăm sau ne facem probleme, toate acestea nefiind altceva decât rezultatul reacțiilor chimice.

Pe acestea nu le vedem însă niciodată, dar există o serie de reacții pe care le observăm zilnic, în treacăt, fără să le acordăm o prea mare atenție.

...Punem o felie de lămâie în ceașca de ceai și culoarea ceaiului se deschide. Aprindem un chibrit și bucățica sa de lemn arde, transformându-se în cărbune.

Toate acestea sunt reacții chimice.

Primul chimist a fost omul primitiv. El a învățat să aprindă focul, realizând astfel, în întregime, prima reacție chimică, combustia, cea mai necesară și importantă reacție din istoria omenirii.

Ea este aceea, care, în zilele friguroase, a încălzit locuința strămoșilor noștri. Astăzi, drumul spre Cosmos s-a deschis prin zborul rachetelor cântărind mii de tone. Legenda lui Prometeu care a dat oamenilor focul este în același timp legenda primei reacții chimice.

Numai prin intermediul reacțiilor putem cunoaște substanțele chimice.

Dacă introducem o bucată de zinc într-o soluție de acid sulfuric încep să apară bule de gaz și după un timp metalul dispare. Zincul se dizolvă în acid sulfuric, eliberând hidrogen.

Aprindeți o bucată de sulf! El va arde cu o flacără albăstruie și veți simți un miros asfixiant de dioxid de sulf, compusul chimic care se formează prin interacția sulfului cu oxigenul.

Amestecați $CuSO_4$ anhidru, o pudră albă, cu apă, și veți observa că apare imediat culoarea albastră. Sarea formată este „piatră vânătă” $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$. Substanțele de felul acestora se numesc cristalo-hidrați.

Știți ce este stingerea varului? Se toarnă apă în varul nestins* și rezultatul este varul stins, $Ca(OH)_2$. Deși substanța nu își schimbă culoarea, se poate ușor observa că reacția a avut loc, pentru că

atunci când se produce stingerea varului se eliberează o cantitate mare de căldură.

** oxid de calciu, CaO*

Condiția principală și invariabilă a tuturor reacțiilor chimice este ca ele să fie însoțite de eliberare sau absorbție de energie termică. Uneori se eliberează o cantitate de energie atât de mare încât ea poate fi ușor percepută. Când cantitatea de energie transformată este mică, este nevoie de metode speciale de măsură.

Fulgerul și broaștele țestoase

Explozia este un lucru teribil pentru că are loc practic instantaneu, într-o fracțiune de secundă.

Ce este o explozie? Este doar o reacție chimică obișnuită însoțită de producerea unei cantități mari de gaze.

Ea este exemplificată de un proces chimic ce are loc instantaneu, cum ar fi combustia prafului de pușcă dintr-un glonte sau explozia dinamitei.

Explozia este însă ceva mai deosebit. Cele mai multe reacții au nevoie de un timp oarecare pentru a avea loc.

Multe reacții se petrec cu o viteză așa de mică că abia pot fi detectate.

...Imaginați-vă că un amestec de două gaze, hidrogen și oxigen, componentele apei, se află într-un container de sticlă. Cele două gaze pot sta în container, o lună, un an, o sută de ani fără ca o singură picătură din apă să fie detectată pe suprafața sticlei. S-ar putea crede că hidrogenul nu se combină deloc cu oxigenul și, totuși, acest lucru se petrece, e drept, foarte încet. Mii de ani trebuie să treacă până când pe fundul containerului se formează o cantitate de apă abia perceptibilă.

De ce? Datorită temperaturii. La temperatura camerei (15—20°C), hidrogenul reacționează, dar foarte încet, cu oxigenul. Dacă însă încălzim containerul de mai sus, pereții săi încep să se aburească, semn că reacția începe să aibă loc. La 550° C, containerul se sfărâmă în mii de fragmente pentru că la această temperatură reacția hidrogenului cu oxigenul este foarte energică.

De ce accelerează căldura procesul chimic, făcând „broasca țestoasă” să se miște ca fulgerul?

În stare liberă hidrogenul și oxigenul există ca molecule de H_2 și O_2. Pentru a se combina într-o moleculă de apă, ele trebuie să se ciocnească. Cu cât astfel de ciocniri au loc cu o probabilitate mai mare, cu atât este mai mare probabilitatea de formare a unei molecule de apă. La temperatura camerei și la presiune obișnuită fiecare moleculă de hidrogen se ciocnește cu o moleculă de oxigen de ceva mai mult de 10 miliarde de ori pe secundă. Dacă fiecare ciocnire ar duce la o interacție chimică, reacția s-ar desfășura mai repede decât o explozie, adică în a zecea miliarda parte dintr-o secundă.

Dar în container nu se observă nicio schimbare, nici astăzi, nici mâine, nici peste 10 ani. În condiții obișnuite doar foarte puține ciocniri duc la reacții chimice. Necazul este că atunci când hidrogenul și oxigenul se ciocnesc se află sub formă de molecule.

Înainte de a putea reacționa, ele trebuie să se desfacă în atomi, adică legăturile dintre atomii de oxigen cât și cele dintre atomii de hidrogen din moleculele lor trebuie slăbite. Aceasta pentru a nu împiedica combinarea atomilor de oxigen cu cele de hidrogen.

Deci temperatura este „biciul” care face ca reacția să se desfășoare mai rapid. Ea este aceea care face ca numărul ciocnirilor să crească de multe ori; moleculele vibrează mai puternic și legăturile de valență slăbesc. Hidrogenul și oxigenul se întâlnesc la nivel atomic și reacționează instantaneu.

Bariera magică

Să presupunem următoarele:

Că abia amestecați hidrogenul cu oxigenul și vaporii de apă își fac deja apariția.

Că abia vine în contact cu aerul o bară de fier, că se și acoperă cu un praf roșiatic și în câteva minute metalul se transformă într-o pudră roz – oxidul de fier.

Că toate reacțiile chimice din lume se desfășoară cu viteza „unei răsuflări”. Că toate moleculele reacționează unele cu altele, independent de energia pe care o posedă. Că fiecare ciocnire dintre două molecule ar avea ca rezultat interacțiunea lor chimică.

Toate metalele ar dispărea de pe suprafața Pământului pentru că ar fi oxidate. Substanțele organice complexe, inclusiv cele ce constituie celulele vii, s-ar transforma în substanțe simple, mai stabile.

Ar fi o lume stranie, o lume fără viață, o lume fără chimie, o lume fantastică a compușilor foarte stabili, fără nicio tendință de a intra în reacții chimice.

Din fericire niciun astfel de coșmar nu ne amenință. Există o barieră magică care stă în calea unei astfel de „catastrofe chimice" universale.

Această barieră este energia de activare. Moleculele nu pot intra în reacții chimice fără ca energia lor să egaleze sau să depășească energia de activare.

Chiar la temperatura obișnuită vor exista molecule, printre care și cele de hidrogen și oxigen, a căror energie este mai mare sau cel puțin egală cu energia de activare a reacției lor. De aceea, apa se formează și în aceste condiții, deși foarte încet. Reacția este lentă, pentru că numărul de molecule cu suficientă energie pentru a reacționa este prea mic. La temperatură înaltă un număr mai mare de molecule ajunge la bariera de activare și numărul cazurilor de interacții chimice dintre hidrogen și oxigen crește enorm.

Șarpele cu coada în gură

Din timpuri vechi medicina are simbolul ei specific. Astăzi, medicii militari din unele țări poartă pe tresele de la umăr semne sub formă de șarpe răsucit în jurul unui băț sau al unui picior de pahar.

În chimie există un simbol similar, un șarpe cu coada în gură.

Anticii aveau un cult al tuturor semnelor mistice, al căror înțeles este, adesea, greu de descifrat astăzi. Cam atât despre semnele mistice, dar „șarpele chimic” are un înțeles clar, definit. El simbolizează o reacție chimică reversibilă.

Doi atomi de hidrogen și unul de oxigen se combină pentru a forma apă. Simultan, o altă moleculă de apă se descompune în componenți. Două reacții opuse au loc în același timp, formarea apei (reacția directă) și descompunerea ei (reacția inversă). Un chimist va reprezenta aceste două procese contradictorii, astfel: $2\ H_2 + O_2 \leftrightarrow 2\ H_2O$. Săgeata îndreptată spre dreapta indică reacția directă, și cea îndreptată spre stânga, reacția inversă.

Fundamental, toate reacțiile chimice, fără excepție, sunt reversibile.

La început, reacția directă predomină. Balanța înclină spre formarea moleculelor de apă. Atunci începe să progreseze reacția opusă. În fine, vine un moment în care numărul moleculelor formate egalează pe cel al moleculelor descompuse, și ambele reacții, de la stânga la dreapta și de la dreapta spre stânga, se produc cu o viteză egală.

Un chimist ar spune că a fost atinsă starea de echilibru.

Echilibrul se stabilește, mai devreme sau mai târziu, în orice reacție chimică, instantaneu în unele cazuri sau după câteva ore, zile sau săptămâni, în altele.

în activitățile ei practice, chimia urmărește două scopuri. În primul rând încearcă să facă ca procesele chimice să se desfășoare total, astfel ca produșii inițiali să reacționeze în întregime unii cu alții. În al doilea rând se străduiește să obțină un randament maxim în produșii de care are nevoie. Pentru a-și îndeplini aceste scopuri, atingerea echilibrului chimic trebuie amânată cât mai mult posibil. Reacție directă – da, cea inversă – nu.

Și aici chimiștii trebuie să devină un fel de matematicieni. Ei au găsit raportul dintre două cantități, anume între concentrația

substanțelor formate și concentrația substanțelor inițial intrate în reacție.

Acest raport este o fracție care are o valoare cu atât mai mare cu cât numărătorul este mai mare și numitorul mai mic.

Dacă predomină reacția directă, cantitatea produșilor va întrece în timp cantitatea substanțelor inițiale. Numărătorul va fi mai mare ca numitorul și rezultatul va fi o fracție neregulată. În cazul invers, fracția va fi una obișnuită.

Chimiștii au numit valoarea acestei fracții, constanta de echilibru a reacției și au notat-o cu K. Dacă doresc ca o reacție să ducă la o cantitate mai mare de produs dorit, ei trebuie mai întâi să-l calculeze pe K la diferite temperaturi.

Iată cum arată această „aritmetică” în practică.

La temperatura camerei, K pentru sinteza amoniacului este de aproape 100000000. Se pare că în aceste condiții un amestec de azot și hidrogen s-ar transforma instantaneu în amoniac. Dar aceasta nu se întâmplă. Reacția directă este prea înceată. O creștere a temperaturii ar ajuta?

Să încălzim amestecul la 500°C.

Aici însă chimistul ne-ar opri:

„Ce faceți? Nu ajungeți nicăieri, așa!”

Într-adevăr, chimistul cu calculele sale ne-a oprit la timp. Iată ce ne-a arătat el: la temperatura de 500°C, K este doar de 6 000, $6 \cdot 10^3$. „Lumină verde” pentru reacția inversă: $2\ NH_3 \rightarrow 3\ H_2 + N_2$. Și noi încălzeam amestecul și ne întrebam de ce nu ajungem nicăieri!

Cele mai favorabile condiții ale sintezei amoniacului sunt temperatura scăzută și o presiune cât de mare se poate. Acesta este domeniul unei alte legi ce acționează pe tărâmul reacțiilor chimice și anume principiul lui Le Ghatelier, denumit astfel după chimistul francez care l-a descoperit.

Imaginați-vă un resort prins într-un suport. Dacă nu este nici comprimat nici întins se poate spune că este în echilibru. Dar dacă este strâns sau întins, el iese din) starea de echilibru.

Simultan, forțele lui elastice, cele ce controlează compresia sau întinderea resortului, încep să crească. Finalmente, vine un moment în care cele două forțe se echilibrează. Resortul este încă o dată în stare de echilibru, dar nu la fel ca mai înainte. Noul echilibru este deplasat spre comprimare sau întindere.

Schimbarea în starea de echilibru a straniului resort este analoagă cu acțiunea principiului Le Chatelier. Iată cum este formulat în chimie: dacă o forță exterioară acționează asupra unui sistem aflat în echilibru atunci echilibrul se va deplasa în direcția indicată de influența exterioară până când forțele de reacție vor echilibra forțele aplicate din afară.

Revenind la producerea de amoniac, ecuația sintezei lui arată că din patru volume de gaze (trei de hidrogen și unul de azot) rezultă două volume de amoniac gazos (2 NH_3). Creșterea presiunii externe tinde să reducă volumul, în acest caz influența externă este favorabilă. Resortul este „comprimat". Reacția decurge în special de la stânga spre dreapta, 3 H_2 + N_2 → 2NH3 și producția de amoniac crește.

Sinteza de amoniac implică eliberarea de căldură.

Dacă încălzim amestecul, reacția va decurge de la dreapta spre stânga, pentru că temperatura crește volumul gazelor și volumul reactanților (3 H_2 și N_2) este mai mare decât volumul produsului rezultat (2 NH_3). Reacția inversă va predomina. „Resortul" va fi întins.

Ambele influențe (presiunea și temperatura) conduc la noua stare a echilibrului, dar în primul caz acesta corespunde unei creșteri în

producția de amoniac, în timp ce în al doilea caz, producția scade brusc.

Cum să facem o broască țestoasă să meargă ca „fulgerul” și viceversa

Acum o mie de ani un chimist a introdus cu grijă o sârmă de platină într-un vas conținând un amestec de hidrogen și oxigen.

Rezultatul a fost extraordinar. Containerul s-a umplut cu ceață, adică cu vapori de apă. Temperatura a rămas neschimbată, ca și presiunea, dar reacția dintre hidrogen și oxigen, „calculată” să dureze mii de ani, a avut loc într-o secundă. Și asta nu era totul. Sârma de platină care a produs combinarea celor două gaze instantaneu nu a suferit nicio schimbare în compoziția ei chimică și nici în greutate.

Cercetătorul nu era deloc un scamator, unul dintre cei care inventează tot soiul de trucuri ca să amuze publicul. Era un cercetător serios, chimistul german Dobereiner. Fenomenul pe care l-a observat este astăzi cunoscut sub numele de cataliză. Substanțele care fac „broasca țestoasă să meargă ca fulgerul” se

numesc catalizatori. Există foarte mulți catalizatori. Ei pot fi metale solide sau pudre, oxizi ai unui număr mare de elemente, săruri sau baze. Pot fi utilizați în formă pură sau în amestec.

Fără un catalizator, eficiența sintezei de amoniac este foarte mică, indiferent cum ar varia temperatura și presiunea. Dar prezența catalizatorului face ca lucrurile să fie complet schimbate. Fierul metalic obișnuit, cu un amestec de oxizi de aluminiu și potasiu, accelerează reacția considerabil.

Douăzeci de secole de chimie datorează progresul lor nemaipomenit utilizării catalizatorilor. Și asta nu e tot. Diferite procese vitale din organismele animale și din plante se produc datorită unor catalizatori speciali numiți enzime. Chimia întregii naturi însuflețite și neînsuflețite, acesta este domeniul acestor minunați acceleratori!

Dar ce se întâmplă dacă punem o sârmă de cupru, aluminiu sau fier în locul celei de platină? Pereții vasului vor deveni de astă dată cețoși? Dar vai! Hidrogenul și oxigenul nu manifestă acum nicio tendință de a reacționa, așa cum au făcut când erau stimulați de bagheta magică de platină.

Nu orice substanță poate accelera un proces chimic particular. Catalizatorii sunt selectivi în acțiunea lor, spun chimiștii, ei putând influența puternic o anumită reacție fără a acorda vreo atenție alteia.

Desigur, există și excepții de la această regulă. De exemplu, oxidul de aluminiu este capabil să catalizeze câteva duzini de diferite reacții de sinteză ale compușilor organici și anorganici. În sfârșit, catalizatori diferiți pot face ca același amestec de substanțe să reacționeze diferit pentru a forma diferiți produși.

Există substanțe cu proprietăți surprinzătoare, numite promotori. Ei nu influențează cursul unei reacții, dar, adăugați la un catalizator, accelerează reacția într-un grad mai înalt decât catalizatorul singur. Sârma de platină cu „impurități” de Fe, Al, SiO_2 ar produce un efect și mai impresionant în amestecul hidrogenului cu oxigenul.

Există, de asemenea, și o altfel de cataliză, internă. Există anticataliză și anticatalizatori. Oamenii de știință îi numesc inhibitori. Scopul lor este acela de a încetini reacțiile chimice rapide.

Reacții în lanț

Să presupunem că într-un vas de sticlă avem un amestec de două gaze, clor și hidrogen. În condiții obișnuite ele reacționează foarte încet. Dar încercați să aprindeți o panglică de magneziu lângă vasul de sticlă.

Va avea loc imediat o explozie (dacă cineva vrea să încerce experimentul, asigurați-vă acoperind vasul cu o sită din sârmă metalică).

De ce amestecul de clor și hidrogen explodează sub acțiunea luminii strălucitoare?

Răspunsul este acela că avem de-a face cu o reacție în lanț. Dacă am încălzi vasul la aproximativ 700° C, s-ar produce, de asemenea, o explozie. Clorul și hidrogenul s-ar combina instantaneu, într-o fracțiune de secundă. Aceasta nu ne surprinde, pentru că temperatura crește energia de activare a moleculelor de mai multe ori. Dar în experimentul menționat mai sus, temperatura nu s-a schimbat. Această reacție are loc sub acțiunea luminii.

Cuanta, această porțiune infinit mică a luminii, poartă o mare cantitate de energie, nu mai mare decât este necesar pentru a activa moleculele. Când molecula de clor se află în calea cuantei de lumină, cuanta o desparte în atomi, transferându-și energia asupra lor.

Atomii de clor se află într-o stare excitată, bogată în energie. Acești atomi, la rândul lor, acționează asupra moleculelor de hidrogen și le despart în atomi. Unul din aceștia se combină cu atomul de clor iar celălalt rămâne liber, în stare excitată. El dorește să cedeze o parte din energia sa. Cui? De ce nu moleculei de clor.

Și când se ciocnește astfel, aceasta va însemna sfârșitul liniștei moleculei de clor.

Și din nou există un atom de clor activat, dar nu va trebui mult pentru ca acest atom să-și găsească un debușeu pentru energia lui.

Și astfel avem un lanț lung, consecutiv, de reacții. De îndată ce reacția pornește, tot mai multe molecule sunt activate de energia eliberată ca rezultat al reacției. Viteza reacției crește ca o avalanșă de zăpadă ce se rostogolește de pe un munte. Când avalanșa atinge valea, se oprește. Reacția în lanț se oprește când toate moleculele au fost prinse în ea, când toate moleculele de hidrogen și clor au reacționat.

Chimiștii cunosc o multitudine de reacții în lanț. Cercetătorul sovietic Nikolai Semionov a arătat în detaliu cum au loc aceste reacții.

Reacțiile în lanț sunt cunoscute și fizicienilor.

Fisiunea nucleului de uraniu prin neutroni este un exemplu de reacție fizică în lanț.

Cum s-a împrietenit chimia cu electricitatea

Era un lucru ciudat, la prima vedere, pentru un om respectabil, prețuit de toți prietenii săi, de a se ocupa cu electricitatea.

La început el a preparat mici discuri metalice. Duzine și duzine de discuri, de cupru și zinc. Apoi a tăiat câțiva bureți în felii rotunde și i-a înmuiat în apă sărată. După aceea a început să stivuiască piesele unele peste altele în același fel cum un copil construiește o piramidă, dar respectând o anumită secvență: un disc de cupru, o felie de burete, un disc de zinc etc.

Omul a atins vârful construcției sale originale cu degetul umed dar și l-a retras imediat: a avut ceea ce numim astăzi un șoc electric.

Așa s-a petrecut în 1800, când renumitul fizician italian Alessandro Volta a inventat celula galvanică, sursa chimică de curent. Electricitatea apărea în „coloana Volta” ca rezultat al reacțiilor chimice.

Aceasta a marcat nașterea unei noi ramuri a științei, numită electrochimie.

După o perioadă lungă de timp, oamenii de știință au câștigat un instrument de producere a curentului electric. Curentul continuă să „curgă” până când reacțiile chimice din „coloana Volta” se opresc.

Era interesant de studiat cum ar acționa electricitatea asupra diferitelor substanțe.

Doi englezi, Carlisle, un fizician, și Nicholson, un inginer, au hotărât să înceapă cu apa. În acea vreme, chimiștii aveau motive suficiente să considere că apa era alcătuită din hidrogen și oxigen, dar le lipsea dovada concludentă.

Carlisle și Nicholson au folosit o baterie formată din 17 celule voltaice. Ea producea un curent foarte puternic. Și apa a început să se descompună în două gaze, hidrogen și oxigen; altfel spus, începea electroliza. Aceasta este ceea ce numim proces de descompunere a substanțelor prin electricitate.

Inamicul numărul 1

Sute și mii de furnale produc oțel și fier în toată lumea. Economiștii din diferite țări calculează exact câte milioane de tone de metal vor fi produse în anul în curs și prezic producția aproximativă de anul viitor.

Și aceiași economiști ne informează asupra faptului că fiecare al optulea furnal operează în van. În fiecare an, aproape 12% din metalul produs este victimă a unui dușman nemilos. Numele acestui inamic este rugina. Oamenii de știință o numesc coroziunea metalului. Nu numai fierul și oțelul pier, dar și metalele nefieroase, cuprul, cositorul și zincul.

Coroziunea înseamnă oxidarea metalelor. Multe dintre acestea nu sunt foarte stabile în stare liberă, și chiar la aer, suprafața lucioasă a obiectelor metalice se acoperă după un timp cu un strat de oxid colorat. Prin oxidare, metalele și aliajele pierd numeroase din proprietățile lor importante. Ele devin mai fragile și mai puțin elastice, iar conductibilitatea electrică și termică scade.

Odată pornită, coroziunea nu se oprește niciodată la jumătatea drumului. Încet dar sigur, „diavolul brun” distruge complet obiectele metalice. Câteva molecule de oxigen lovesc suprafața metalului. Apar primele câteva molecule de oxid și se formează ceea ce se numește un film de oxid. În continuare, moleculele de oxigen trec printre porii filmului în interiorul metalului unde își continuă acțiunea distrugătoare.

Într-un mediu chimic mai agresiv, coroziunea decurge mult mai rapid. Clorul, fluorul, SO_2 și H_2S sunt dușmani nu mai puțin

periculoși pentru metale. Când un metal se corodează sub acțiunea gazelor, chimiștii numesc fenomenul coroziune.

Dar diferitele soluții? Ele sunt, de asemenea, dușmanii metalelor. De exemplu, apa de mare. Transatlanticele marilor oceane trebuie din timp în timp să sufere o revizie generală pentru că plăcile fundului vasului se corodează.

Iată o poveste instructivă despre greșeala unui american milionar.

Americanul a vrut să aibă cel mai frumos iaht din lume. L-a pus la punct și s-a gândit la un nume romantic „Chemarea mării”. Nu a economisit niciun ban pentru construcția lui. Constructorii au făcut tot ce au putut pentru a-l mulțumi pe client. Rămânea doar să se termine decorațiunea interioară. Dar iahtul nu a mers niciodată pe mare, nu a avut această șansă. Puțin timp înaintea zilei de lansare, corpul și fundul iahtului au fost găsite complet corodate.

De ce? Deoarece coroziunea este un proces electrochimic.

Constructorii au decis să acopere fundul iahtului cu un aliaj de Ni-Cu, numit argint german. Era o idee bună, pentru că aliajul, deși scump, rezista la coroziunea produsă de apa mării. Dar nu era foarte dur, de aceea, multe părți ale navei trebuiau construite din alte metale, de exemplu oțeluri speciale.

Și asta a fost nenorocirea iahtului. La punctul de contact dintre argintul german și oțel s-au format celule galvanice puternice și fundul navei a început imediat să se dezintegreze. Sfârșitul a fost trist.

Supărarea milionarului a fost de nedescris, iar constructorii iahtului și-au amintit mereu după aceea de una din legile coroziunii și anume că viteza ei crește brusc dacă la metalul principal se adaugă alte metale capabile de a forma cu el celule galvanice.

. . .Și cum să lupți cu el

Există în Delhi o coloană care stă acolo de multe secole. Coloana este remarcabilă pentru că este făcută din fier pur. Timpul nu a avut niciun efect asupra lui. Anii au trecut, dar coloana arată încă nouă. Ea nu a ruginit deloc, ca și cum coroziunea și-a trădat în acest caz obiceiurile.

Cum au reușit vechii metalurgiști să producă fier pur este o enigmă. Unele minți înfierbântate au susținut chiar că nu era făcută de om și că vizitatori ai altor lumi au pus acest obelisc pentru a însemna sosirea lor pe Pământ.

Dacă privăm coloana de aureola misterioasă a originii ei, rămâne faptul foarte important pentru chimiști și anume că metalul cel mai pur este și cel mai puțin atacat de coroziune. Deci dacă vrem să învingem coroziunea trebuie să folosim metalele cele mai pure.

Dar nu numai puritatea este importantă: este necesar de asemenea să dăm suprafeței obiectului metalic o finisare cât mai mare. Se pare că „dealuri” și „văi” existente pe suprafață pot juca rolul incluziunilor străine. Oamenii de știință și inginerii au reușit să obțină suprafețe aproape ideal de netede. Articole cu astfel de suprafețe au fost folosite în construcția rachetelor și navelor spațiale.

S-a rezolvat astfel problema prevenirii coroziunii? Nicidecum! Metalele foarte pure sunt scumpe și dificil de obținut, în special în cantitate foarte mare. Inginerii preferă aliajele pentru că domeniul lor de proprietăți este mult mai larg și pentru că aliajul conține cel puțin două metale.

Chimiștii au studiat în detaliu toate tipurile de mecanisme ale coroziunii. Când intenționează să obțină un aliaj nou cu proprietăți dinainte determinate, ei iau în considerație printre alte aspecte și problema „coroziunii”. Există în prezent multe aliaje care rezistă foarte bine coroziunii.

În viața de zi cu zi avem de-a face deseori cu obiecte galvanizate sau cositorite. Fierul, pentru a fi protejat de rugină, se acoperă cu un

film de zinc sau cositor, ceea ce poate constitui un remediu pentru o anumită perioadă de timp. Sau acoperișurile caselor care au un strat gros de vopsea de ulei.

A reduce coroziunea sau a o încetini înseamnă de asemenea și a reduce într-un anumit mod viteza reacției electrochimice care o produce. În acest scop sunt folosite substanțe organice și anorganice numite inhibitori.

La început, cercetările făcute pentru descoperirea lor au fost făcute la întâmplare și astfel de substanțe au fost găsite accidental.

Armurierii ruși foloseau încă înaintea lui Petru cel Mare o metodă curioasă pentru a îndepărta rugina de pe țevile armelor de foc. Ei le spălau cu acid sulfuric amestecat cu coji umede. În acest mod primitiv ei împiedicau dizolvarea metalului de către acid.

Astăzi cercetarea pentru obținerea de noi inhibitori nu este nici artă nici chestiune de noroc. Se utilizează sute de inhibitori ai coroziunii chimice de toate felurile.

Trebuie să ne îngrijim de „sănătatea” metalelor înainte ca ele să fie „infectate” de coroziune. Aceasta este sarcina principală a chimiștilor „medici” ai metalelor.

Jetul luminos

Câte stări ale materiei există? Fizicienii au numărat nu mai puțin de șapte. Trei dintre ele sunt în întregime cunoscute: starea gazoasă, starea lichidă și starea solidă. De altfel, în viața de zi cu zi nu întâlnim altele. De secole chimia s-a mulțumit tot cu aceste trei stări. Abia în cursul ultimei decade a început să arate interes pentru a patra stare a materiei, plasma.

Plasma este tot un gaz, dar nu unul obișnuit. Pe lângă atomi neutri și molecule, ea conține ioni și electroni. Un gaz obișnuit are și particule ionizate, iar cu cât temperatura este mai mare cu atât numărul acestora este mai mare. Deci nu există o linie de graniță distinctă între un gaz ionizat și plasmă. Convențional se consideră că un gaz trece în plasmă când începe să manifeste principala proprietate a acestuia, adică o conductibilitate mare.

La prima vedere plasma pare stăpânul Universului. Materia din soare și stele ca și gazele din spațiul extraterestru sunt sub formă de plasmă, plasmă naturală. Pe pământ plasma se obține artificial, în aparate speciale numite plasmotroane. În acestea, diferite gaze (heliu, hidrogen, azot, argon) sunt convertite în plasmă cu ajutorul arcului electric. Jetul luminos de plasmă este comprimat în

plasmotron de un câmp magnetic, rezultând o temperatură de câteva zeci de mii de grade.

Chimiștii au visat mult această temperatură ridicată pentru că rolul ei, pentru multe procese chimice, este inestimabil. Astăzi acest vis a devenit realitate și astfel a luat naștere o nouă ramură a chimiei numită plasmo-chimie sau chimia plasmei „reci”.

De ce plasmă „rece”? Pentru că există de asemenea, și plasmă „fierbinte”, cu o temperatură mai mare, până la un milion de grade. Aceasta este plasma cu care fizicienii încearcă să obțină sinteze termonucleare, de exemplu să realizeze reacția nucleară controlată a transformării hidrogenului în heliu.

Chimiștii sunt mulțumiți cu plasma „rece”.

Ce poate fi mai ispititor decât să cercetezi procesele chimice la o temperatură de 10 000°C!

Scepticii cred că aceste cercetări ar fi zadarnice, pentru că la o atmosferă atât de fierbinte toate substanțele, fără excepție, ar împărtăși aceeași soartă: ar fi distruse și chiar cele mai complexe molecule ar fi disociate în atomi și ioni.

Astăzi se știe că acest proces este mult mai complex. Plasma nu numai distruge, dar chiar și creează. Compuși chimici care nu pot fi

obținuți prin alte metode se pot sintetiza cu ajutorul plasmei.

Sunt substanțe ciudate, niciodată descrise într-un manual de chimie: Al_2O, Ba_2O_3, SO, SiO, CaCl etc. În ele, elementele au o valență neobișnuită, anormală. Această problemă este foarte interesantă, dar plasmochimia are stabilite sarcini mult mai importante și anume producerea rapidă și economică a unor substanțe importante deja cunoscute.

Și acum câteva cuvinte despre obținerea lor. Acetilena este un material foarte important pentru multe sinteze organice, de exemplu pentru obținerea maselor plastice, a cauciucurilor, medicamentelor. Acetilena se prepară încă după un procedeu vechi, prin descompunerea carbidului cu apă, ceea ce este foarte scump.

În plasmotron totul este diferit. Plasma obținută din hidrogen are o temperatură de 5 000°C. Jetul de plasmă își poartă cantitatea imensă de energie într-un reactor special, care este alimentat cu metan. Metanul este amestecat cu hidrogen și în decurs de 1/10 000 dintr-o secundă mai mult de 75% din metan este transformat în acetilena.

Nu este ideal? Așa am putea spune. Există din păcate un obstacol. La temperatura înaltă a plasmei, acetilena începe să se descompună, deci temperatura trebuie coborâtă repede la un nivel de siguranță. Există diferite moduri de a realiza acest lucru, dar din

punct de vedere tehnic procedeele sunt dificile. Rezultatul este că doar 15% din acetilena formată este salvată de la descompunere. Dar chiar și așa nu este prea rău!

În laborator a fost pusă la punct o metodă economica de descompunere a hidrocarburilor lichide pentru a forma acetilena și propilenă.

O problemă importantă la care trebuie să se facă față este cea a fixării azotului atmosferic. Producerea chimică a compușilor cu azot, de exemplu a amoniacului, este o operație scumpă și foarte laborioasă. Cu câteva decade în urmă s-au făcut încercări de a sintetiza pe cale industrială, prin procedeul cu arc electric, oxizi de azot. Randamentul acestor procese este însă prea mic. Și aici plasma și-a ținut din plin promisiunea.

Soarele chimist

Odată, Stephenson, inventatorul locomotivei cu abur făcea o plimbare cu prietenul său, geologul Beckland. Deodată pe lângă ei a trecut un tren.

— Ia spune Beckland, întrebă Stephenson, ce crezi că face să meargă acest tren?

— Ei bine, mâna unuia dintre conducătorii acestor locomotive minunate.

— Nu.

— Ei bine, atunci aburul care mișcă mașina?

— Nu.

— Focul aprins din cazan.

— Din nou greșit; este acționată de soare, care strălucește din acea epocă îndepărtată când plantele care erau vii au fost transformate în cărbune pe care mecanicul îl încarcă cu lopata în cuptor.

Ființele și în special plantele își datorează originea Soarelui. Crescute la întuneric, nu se vor obține decât niște filamente subțiri în loc de tulpini verzi, suculente. Sub acțiunea razelor solare, clorofila (materia colorată din frunzele verzi) transformă CO_2 din aer în molecule complexe de substanțe organice, componentele plantelor.

Deci soarele, sau mai degrabă razele lui, sunt „șeful chimist” care sintetizează toate substanțele organice din plante? Așa s-ar părea. Nu degeaba se numește fotosinteză procesul de asimilare a CO_2 de către plante. Se știe că multe reacții chimice se produc sub acțiunea luminii. Există și o ramură specială a chimiei care studiază aceste reacții, numită fotochimie.

Dar până acum, studiul reacțiilor fotochimice nu a dus la obținerea în laborator a hidraților de carbon sau a proteinelor. Aceștia sunt compușii principali ai fotosintezei în plante.

În prima fază, planta folosește CO_2, H_2O și lumină solară pentru sinteza moleculelor organice foarte complexe. Dar poate că există altceva care joacă un rol esențial în aceste procese? Imaginați-vă că o fabrică este la un capăt alimentată prin țevi cu sodă, țiței, azotat de potasiu etc. Și că la celălalt capăt ies pe porțile ei camioane încărcate cu pâine, cârnați și zahăr. Este o fantezie, bineînțeles, dar reprezintă ceea ce se întâmplă în plante.

Plantele au catalizatorii lor, numiți enzime. Fiecare enzimă face ca o reacție să decurgă într-un sens bine definit. Deci soarele nu este singurul „chimist” care face fotosinteza. El colaborează cu colegele sale, enzimele. Soarele este cel care suplinește energia necesară reacției iar enzimele fac ca reacția să se desfășoare în sensul dorit.

Natura, și în special plantele nu pot fi private de „autorizația” lor de a produce multe substanțe, dar în unele cazuri putem deja să le facem să acționeze în direcția dorită de noi. În acest sens, de mare valoare pentru oamenii de știință sunt investigațiile în procesele fotosintezei. S-a constatat că dacă în cursul fotosintezei se folosesc pentru iluminarea plantelor radiații cu diferite lungimi de undă se formează substanțe chimice diferite. De exemplu, iradiindu-se cu radiații din domeniul roșu-galben se obțin ca principali componenți hidrații de carbon (zaharuri), în timp ce radiațiile albastre duc la obținerea de proteine.

Se așteaptă deci ca în viitor oamenii de știință să fie capabili să obțină cu ajutorul plantelor compuși organici complecși într-o cantitate convenabilă. Într-adevăr, în loc să se construiască fabrici care să fie dotate cu echipament unic și care să aibă tehnologii de sinteză complexe, va fi doar necesar să se construiască sere și să se regleze intensitatea și compoziția spectrală a radiațiilor utilizate. Atunci plantele vor face ele singure tot ceea ce este necesar, de la hidrații de carbon cei mai simpli, la proteinele cele mai complexe.

Două tipuri de legături chimice

Încă din timpurile vechi unii oameni de știință nu aveau dubii asupra existenței atomilor. Dar despre felul cum se leagă acești atomi în substanțe, gândirea filozofică a acelor timpuri nu scotea încă niciun cuvânt.

Renumitul naturalist francez Descartes, de exemplu „credea că unii atomi erau înzestrați cu niște prelungiri sub formă de cârlige și alții cu unele ca niște ochiuri. El susținea că doi atomi se combină când cârligul unuia prinde ochiul celuilalt.

Atâta vreme cât oamenii știau puțin sau nimic despre structura atomică, toate ideile lor despre legătura chimică rămâneau nefondate. Electronul a fost acela care: i-a ajutat pe oamenii de știință să descopere adevărul. Acest lucru însă nu s-a întâmplat dintr-o dată. Electronul a fost descoperit în 1895, dar primele experimente făcute pentru a explica legătura chimică au fost făcute cu peste 20 de ani mai târziu, când aranjarea electronilor în jurul nucleului atomic a devenit o problemă lămurită.

Nu toți electronii atomilor participă la formarea legăturilor chimice ci doar cei situați în exterior sau eventual în stratul electronic penultim.

Să presupunem că un atom de sodiu întâlnește un atom de clor. Primul are un electron pe ultimul strat iar cel de al doilea șapte.

Rezultă instantaneu o moleculă foarte stabilă de fluorură de sodiu. Dar cum? Prin rearanjarea electronilor.

Atomul de sodiu pierde ușor electronul de pe ultimul strat devenind astfel încărcat pozitiv. Stratul său penultim este încărcat cu 8 electroni, o configurație de octet foarte dificil de distrus.

Pe de altă parte atomul de fluor acceptă cu ușurință un electron pe ultimul său strat; aceasta duce la obținerea unui strat cu 8 electroni. Se formează un ion de fluor încărcat negativ.

Pozitivul atrage negativul. Forțele electrice atrag ionii de fluor și sodiu încărcați opus. Apare între ei o legătură chimică care se numește ionică și care este una din principalele tipuri de legături chimice.

Iată cum se formează al doilea tip de legătură chimică.

Cum poate de exemplu să se formeze un compus ca F_2? Atomii de fluor nu pot elimina electronii de pe ultimul strat, deci nu se pot forma, în acest caz, ioni diferiți.

Legătura chimică dintre atomii de fluor se realizează cu ajutorul unei perechi de electroni. Fiecare atom distribuie câte un electron pentru a fi folosit în comun. Rezultatul este că amândoi atomii vor

avea câte 8 electroni în straturile exterioare, 6 dintre ei proprii și 2 puși în comun. O astfel de legătură se numește covalentă.

Majoritatea compușilor chimici sunt formați prin legături chimice aparținând celor două tipuri descrise.

Chimia și radiația

Nu chimiștii sunt cei care au inventat frunzele verzi, iar lumina era deja de mult utilizată în practică pentru realizarea reacțiilor fotochimice. Întâmplător procesele fotochimice sunt un exemplu de fotochimie în acțiune. Lumina este fotograful șef.

Interesul chimiștilor nu este limitat doar la razele luminoase. Există și raze X și radiații radioactive. Ele poartă cantități imense de energie. De exemplu razele X sunt de mii de ori iar cele ɣ de milioane de ori mai intense decât razele luminoase.

Le-ar mai subestima acum chimiștii?

Astfel a apărut în enciclopedii și manuale, în cărți și publicații de specialitate, în lucrări și eseuri un nou termen chimia radiațiilor

(radiochimia). Acesta este numele ramurii științei care studiază acțiunea radiațiilor asupra reacțiilor chimice.

Deși este o ramură tânără a științei, ea se poate deja lăuda cu mai mult decât câteva realizări.

De exemplu, unul din procesele cele mai obișnuite din chimia țițeiului este cracarea; ca rezultat al acestui proces, compușii organici complecși conținuți în țiței se desfac în compuși mai simpli. Unele dintre hidrocarburile astfel formate sunt cele care se găsesc în benzină.

Cracarea este un proces delicat. El necesită temperaturi înalte, prezența catalizatorilor și de cele mai multe ori un timp îndelungat.

Toate acestea se referă la vechiul procedeu. În cel nou, cracarea nu necesită nici temperaturi înalte, nici acceleratori chimici și decurge într-un timp scurt.

Noul procedeu implică folosirea razelor ɣ care joacă în acest caz rolul distrugătorului.

Dar nu întotdeauna se întâmplă așa.

Dacă fluxul de electroni (razele β) este îndreptat spre hidrocarburi gazoase ușoare – metan, etan sau propan – moleculele devin mult

mai complexe, fiind convertite în hidrocarburi lichide mai grele. Acesta este un exemplu de sinteză cu ajutorul radiațiilor.

Abilitatea razelor radioactive de a „coase” moleculele este folosită în procesele de polimerizare.

Toți am auzit de polietilenă. Dar nu toți știm că obținerea ei este un proces foarte complicat, reclamând presiuni ridicate, catalizatori speciali și echipament specific. Polimerizarea prin radiații nu necesită toate aceste condiții și reduce costul procedeului de obținere a polietilenei la jumătate.

Acestea sunt câteva dintre realizările radiochimiei care devin din zi în zi mai impresionante.

Dar radiațiile radioactive nu sunt numai prietenii omului ci și dușmanii lui. Un dușman subtil și nemilos, provocând boli de iradiere.

Nu există până acum niciun remediu pentru aceste grave boli. Cea mai bună soluție este de a elimina toate posibilitățile de expunere la radiațiile radioactive. Dar cum? Utilizând blocuri de plumb, pereți groși de câțiva metri cu straturi grele din metal și piatră care să absoarbă în mod sigur aceste radiații. Acest lucru este însă foarte costisitor, incomod și neconvenabil. Imaginați-vă un om îmbrăcat în costum de plumb.

Chimiști, unde sunteți? De ce nu sunteți capabili să găsiți o modalitate simplă de protecție sigură a omului față de iradiere?

Primul experiment pe această linie (doar experiment) a fost deja făcut.

Razele X impresionează instantaneu plăcile și filmele fotografice. Ele distrug straturile de emulsie de bromură de argint sensibilă la lumină.

Iată ce au făcut acum aproape 4 ani câțiva chimiști italieni. Au umezit suprafața plăcii fotografice cu o soluție de compuși anorganici – sulfat de titan și acid selenios. Placa a devenit insensibilă nu numai la lumină dar și la raze X.

Care era explicația? Intre aceste substanțe și bromură de argint se petreceau oare unele reacții chimice care aveau ca rezultat obținerea de compuși rezistenți la radiație?

Nu! Nu s-a petrecut nicio reacție chimică dar sensibilitatea plăcii era refăcută prin spălarea ei energică cu apă. Într-un cuvânt, nimeni nu știe încă ce s-a întâmplat exact. Este doar sugestia unei posibilități neașteptate de protecție împotriva radiației.

Avem deja în minte imaginea unui om îmbrăcat într-un costum obișnuit impregnat cu compuși chimici speciali, capabili să oprească

razele mortale.

Cea mai lungă reacție

Sute și mii dintre cei mai complecși compuși organici au fost obținuți de chimiști în laboratoarele lor, relativ recent. Unii dintre ei sunt atât de complicați încât este greu să le scrii formula structurală pe hârtie, sau în orice caz aceasta necesită ceva timp.

Cea mai mare victorie a chimiștilor organicieni este, fără nicio îndoială, sinteza unei molecule proteice, a moleculei uneia dintre cele mai importante proteine.

Este vorba de sinteza chimică a insulinei, hormonul care controlează metabolismul hidraților de carbon în organism.

Dacă am încerca să spunem câte ceva despre structura moleculei de insulina, ne-ar trebui câteva pagini. Unele detalii ale structurii acestei proteine nu sunt încă întru-totul clarificate. Insulina este o moleculă mare, deși numărul elementelor componente este mai degrabă limitat. Dar ele sunt dispuse în combinații foarte laborioase.

Pentru simplificare să presupunem că molecula de insulina este formată din două părți sau mai degrabă două lanțuri – lanțul A și lanțul B. Aceste lanțuri sunt legate între ele prin ceea ce se numește legătură disulfidică. Cu alte cuvinte, ele sunt traversate de legături încrucișate alcătuite din doi atomi de sulf.

Iată schema obținerii insulinei. În primul rând lanțurile A și B sunt sintetizate separat. Apoi ele vor fi legate prin intermediul legăturii disulfidice.

Și acum ceva matematică! Pentru a sintetiza lanțul A chimiștii au de realizat aproape o sută de reacții diferite, consecutive; lanțul B necesită mai mult de o sută, și toate acestea necesită mai multe luni de muncă asiduă.

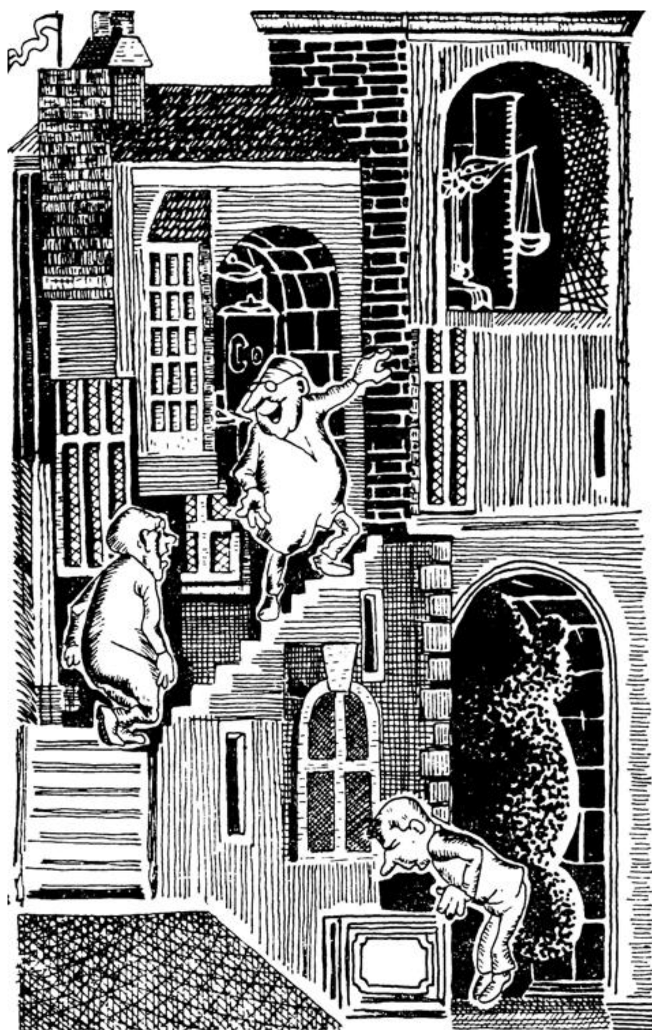
În cele din urmă cele două lanțuri au fost obținute. Acum trebuiau unite. Dar tocmai aici se afla principala dificultate. Dezamăgirile urmau unele după altele. Într-o dimineață, în jurnalul de laborator a apărut următorul anunț laconic: „Sinteza moleculei de insulina a fost realizată”.

Oamenii de știință au avut de trecut două sute treizeci și trei de etape consecutive pentru a obține artificial insulina. Gândiți-vă numai la această cifră: până acum nici un singur compus chimic nu a fost obținut atât de greu. A fost nevoie de munca a 10 oameni timp de 3 ani pentru a produce insulina.

Dar biochimiștii au observat un lucru foarte curios, și anume că în celula vie sinteza proteinelor se produce în… 2 sau 3 secunde.

Trei ani sau trei secunde! Cu cât este mai perfecționat aparatul de sinteză din celula vie față de cel al chimiei de astăzi!

Muzeul chimic



O întrebare fără răspuns

Dacă i-am aduna pe cei mai mari chimiști din lume și i-am întreba câți compuși chimici pot forma elementele Sistemului periodic, acest grup competent ar fi în imposibilitatea de a da chiar un răspuns aproximativ.

Știm că cel mai simplu compus este molecula de hidrogen. Nu poate exista un compus mai simplu, pentru că hidrogenul este primul și cel mai ușor reprezentant al Tabelului lui Mendeleev.

Dar cel mai complex? Aici nu putem da un răspuns exact. Chimiștii cunosc adevărate molecule gigant alcătuite din zeci și sute de mii și chiar milioane de atomi. Nimeni nu poate spune încă, dacă există o limită a complexității.

Pe de altă parte am putea estima precis câți compuși se cunosc. Dar numărul găsit azi nu ar mai putea fi valabil mâine. În prezent, în laboratoarele de pe glob sunt sintetizate zilnic, numeroase noi substanțe și acest „randament zilnic” crește de la an la an.

Serviciul de informații chimice ne spune că au fost izolați din materiale naturale sau obținuți artificial două milioane de compuși

chimici *.

** Cifra este mult mai mare în prezent (circa 4 milioane).*

Acest număr este impresionant, dar se pare că aportul locuitorilor „casei mari” este diferit.

De exemplu, numărul compușilor gazelor rare, heliul, neonul și argonul este zero. Numai trei compuși autentici au fost obținuți din prometiu (fizicienii l-au obținut artificial în reactorul nuclear). La alte elemente artificiale, situația este cam aceeași. Unele dintre aceste elemente au fost obținute în cantități de câtiva atomi… Așa că ce să mai spunem despre compușii lor!

Există totuși în tabelul lui Mendeleev un element unic, de-a dreptul extraordinar în ceea ce privește numărul substanțelor complexe pe care le formează. El este ocupantul apartamentului nr. 6 în „casa mare” iar numele lui este carbonul. Din cele două milioane de molecule diferite, existente, circa un milion șapte sute de mii sunt molecule cu schelet de atomi de carbon.

Acești compuși sunt studiați de uriașa ramură a chimiei numită chimia organică. Compușii celorlalte elemente constituie domeniul chimiei anorganice.

După cum vedeți, substanțele organice sunt de peste 6 ori mai numeroase decât cele anorganice.

În general, o nouă substanță organică este mult mai ușor de sintetizat. Ar fi excelent dacă chimiștii anorganicieni ar putea raporta prepararea a cel puțin o substanță nouă pe zi. Este adevărat că în ultimul timp cercetările au devenit, în acest sens, mai promițătoare.

Chimiștii organicieni sunt ajutați în munca lor de specificitatea remarcabilă a atomului de carbon.

Cauza și consecințele diversității

Atomii de carbon formează foarte ușor lanțuri, aranjându-se unul după altul în linii lungi. Cel mai scurt lanț are doi atomi de carbon, de exemplu în etan, $H_3C—CH_3$.

Ei bine, dar cel mai lung lanț? Nu se cunoaște încă. S-au obținut compuși cu 70 atomi de carbon în lanț. (De notat că sunt menționați aici compușii obișnuiți și nu polimerii. În cazul acestora din urmă lanțurile de hidrocarburi pot fi mult mai lungi.)

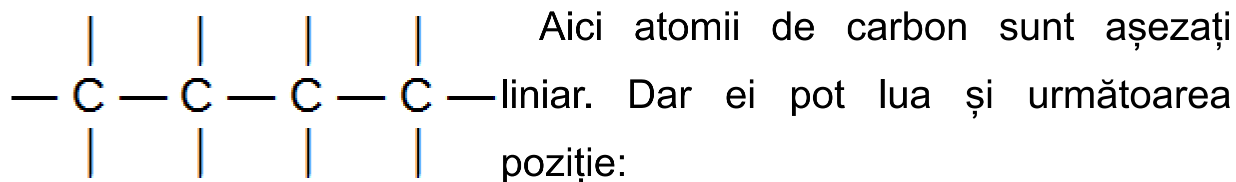
Niciunul din celelalte elemente nu poate face ceva asemănător. Doar siliciul își permite luxul de a forma lanțuri cu 6 legături. Oamenii de știință au obținut un compus al germaniului, Ge_3H_8, în care trei atomi metalici sunt legați într-un lanț. Printre metale, acesta este singurul caz.

Pe scurt, carbonul nu are rival în ceea ce privește „capacitatea de a forma lanțuri”.

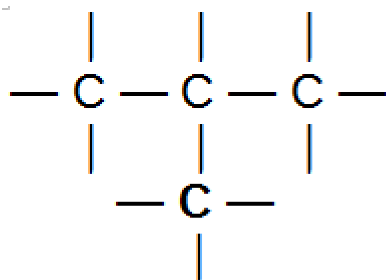
Dacă lanțurile de carbon ar fi fost doar liniare, chimia organică nu ar fi cunoscut un număr atât de mare de compuși.

Lanțurile de carbon sunt capabile să se ramifice și să se închidă în cicluri. Acestea sunt poligoane formate din 3, 4, 5, 6 sau mai mulți atomi de carbon.

Lanțul hidrocarburii numită butan are 4 atomi de carbon:



Aici atomii de carbon sunt așezați liniar. Dar ei pot lua și următoarea poziție:



Numărul atomilor de carbon este același dar aranjarea lor diferă. A doua formulă reprezintă o altă substanță, cu alte proprietăți și cu alt nume, izobutan.

Cinci atomi de carbon pot forma pe lângă un lanț liniar cinci lanțuri ramificate. Fiecare din aceste structuri reprezintă o substanță chimică diferită.

Chimiștii s-au gândit la un nume special pentru varietățile de compuși chimici care conțin același număr de atomi, aranjați diferit; ele se numesc izomeri. Numărul de izomeri este cu atât mai mare cu cât numărul atomilor de carbon din moleculă este mai mare. De fapt, numărul lor crește în progresie geometrică.

În felul acesta se adaugă la rezervele chimiei organice sute de mii de noi compuși.

Inele chimice

S-au spus multe legende despre felul cum oamenii de știință au făcut marile lor descoperiri.

S-a spus că Newton era absorbit de gânduri în grădina sa, când, deodată, un măr i-a căzut la picioare. Aceasta i-a dat ideea legii gravitației.

S-a spus că Mendeleev a văzut Sistemul periodic în vis. Tot ce avea de făcut era să se trezească și să pună „visul” pe hârtie.

într-un cuvânt, s-au spus tot felul de istorii despre descoperitori și descoperiri.

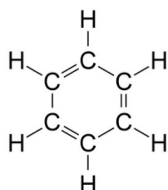
Dar ideea care i-a venit faimosului chimist german Kekulé a fost într-adevăr sugerată de un tablou mai degrabă curios.

Oamenii de știință știau multe despre benzen, unul dintre cei mai importanți compuși organici. Ei știau că benzenul este constituit din 6 atomi de carbon și 6 atomi de hidrogen și au studiat multe dintre reacțiile sale.

Dar ei nu știau lucrul principal, și anume cum erau aranjați în spațiu cei 6 atomi de carbon.

Această problemă nu îi dădea pace lui Kekulé. Și iată cum a rezolvat-o. Dar să-l lăsăm să ne spună el însuși: „Eram la birou unde scriam un manual și gândurile îmi erau departe. Atomii dansau în fața ochilor mei. Cu ochii minții distingeam lungi rânduri zvârcolindu-se încoace și încolo ca niște șerpi. Deodată unul dintre șerpi s-a prins cu putere de propria-i coadă și a început să se rotească în fața ochilor mei ca și cum m-ar fi tachinat. Am tresărit de parcă aș fi fost trezit de un fulger puternic…”

Pe baza imaginii „văzute” de Kekulé, chimiștii au început să reprezinte structura benzenului astfel:

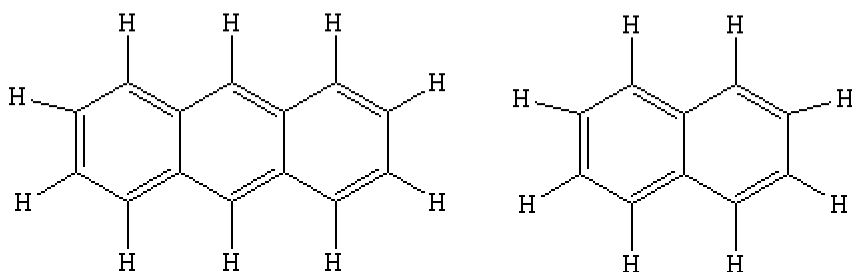


Inelul benzenic a jucat un rol esențial pentru chimia organică.

Ciclurile pot conține un număr diferit de atomi de carbon, se pot uni și forma diferite figuri geometrice. Lumea ciclurilor are un domeniu atât de larg de structuri ca și lanțurile deschise de atomi de carbon. Orice carte de chimie organică se aseamănă întrucâtva cu un manual de geometrie, deoarece aproape la fiecare pagină se

găsesc „figuri geometrice” – formulele structurale ale compușilor organici complecși.

Iată două dintre structurile pe care le poate forma inelul benzenic:



Cea din dreapta este formula structurală a naftalinei iar cea din stânga formula structurală a antracenului, constituentul gudroanelor de carbon.

A treia posibilitate

S-a spus despre carbon că este format prin unirea a trei substanțe. Oamenii de știință au numit aceasta alotropie. Cu alte cuvinte, unul și același element poate exista în trei stări alotropice.

În cazul carbonului, cele trei substanțe sunt: diamantul, grafitul și cărbunele negru. Ele diferă în mare măsură una față de alta: diamantul este „regele durității”, grafitul este moale și cărbunele este negru.

Diferența dintre ele se datorează aranjamentului diferit al atomilor de carbon în moleculă.

În diamant ei ocupă vârfurile unui tetraedru și sunt legați foarte strâns, ceea ce face ca diamantul să fie atât de dur.

În grafit, din contră, atomii de carbon sunt aranjați în planuri iar legăturile dintre planuri sunt slabe. De aceea grafitul este moale și clivează ușor.

În ceea ce privește structura cărbunelui negru au existat multe controverse. O perioadă îndelungată a circulat opinia după care cărbunele negru nu era considerat o substanță cristalină, ci o varietate amorfă a carbonului.

Recent, s-a arătat că grafitul și carbonul negru sunt practic aceeași substanță și că au același aranjament molecular.

Și astfel din trei varietăți ale carbonului rămâneau doar două: diamantul și grafitul.

Oamenii de știință au hotărât însă, să obțină și o a treia varietate de carbon artificial. Iată cum a fost formulată această încercare.

în diamant și grafit lanțurile atomilor de carbon sunt închise, dar aranjate diferit în spațiu. Este oare posibil să se obțină o moleculă polimeră alcătuită doar din atomi de carbon dispuși în linie dreaptă?

Pentru prepararea oricărui produs chimic este importantă materia primă. Singurul material care poate servi la prepararea „carbonului nr. 3” este acetilena, un compus format din doi atomi de carbon și doi atomi de hidrogen, C_2H_2.

De ce acetilena? Pentru că în molecula ei atomii de carbon sunt legați de cel mai mic număr posibil de atomi de hidrogen. Orice hidrogen în plus constituie un obstacol al sintezei.

Acetilena are și o altă trăsătură importantă: este foarte reactivă. Atomii de carbon din molecula ei sunt legați prin trei legături chimice (H-C=C-H); două dintre ele sunt relativ ușor de desfăcut și pot fi folosite ulterior pentru legarea cu atomii altor molecule, de exemplu cu o altă moleculă de acetilena.

Deci primul pas al operațiunii plănuite era de a prepara polimerul de poliacetilenă din acetilena.

Aceasta nu a fost prima încercare. În secolul al XIX-lea chimistul german Baeyer a încercat să realizeze această reacție, dar ceea ce a putut obține a fost doar tetraacetilenă, o combinație de patru molecule de acetilena. Dar chiar și așa compusul s-a dovedit a fi foarte instabil. Aceeași încercare a fost făcută și de alți chi~ miști dar eforturile lor au fost zadarnice.

Obținerea poliacetilenei a fost posibilă doar prin metode de sinteză organică. Savanții sovietici au obținut o nouă clasă de compuși organici numiți poliine. Aceste substanțe noi și-au găsit imediat aplicații practice, datorită proprietăților de semiconductori excelenți.

Pentru sinteza celei de a treia varietăți de carbon se putea trece la o a doua etapă, aceea de a exclude atomii de hidrogen din poliacetilenă pentru ca în final să se obțină un lanț alcătuit doar din atomi de carbon.

În limbajul chimiei procesul prin care atomii de hidrogen sunt excluși poartă numele de dehidropoliconden-sare oxidativă. În „jurnalul” de laborator descrierea procesului ocupă 20 de pagini pentru că îndepărtarea hidrogenului din poliacetilenă s-a dovedit a fi o sarcină grea.

Și cu toate acestea, savanții sovietici au înregistrat succese remarcabile.

...O pudră neagră, deloc plăcută vederii, asemănătoare funingine!. Analizele chimice au indicat un procent de 99% carbon pur. Dar 99 nu este 100.

Mai rămânea încă un pas pentru a obține victoria. Trebuia să se îndepărteze și ultimul procent de hidrogen. Acest procent împiedică atomii de carbon de a se aranja într-o formație strict liniară, în lanțuri paralele. În drumul spre obținerea „carbonului nr. 3” acesta este ultimul obstacol.

Chimiștii numesc această varietate a carbonului *carbină*. Ea și-a demonstrat deja câteva dintre calitățile pe care le posedă. Este un excelent semiconductor, are proprietăți fotoelectrice iar rezistența ei la căldură este foarte mare: 1500°C nu înseamnă pentru ea, nimic.

Se pare că într-un viitor cât mai apropiat acest „100% carbină” va deveni realitate.

Câteva cuvinte despre compușii complecși

Dintre chimiștii secolului al XIX-lea trei au adus științei un aport deosebit. Ei au fost cei care au pus bazele chimiei moderne.

Este vorba de Dimitri Mendeleev, creatorul Legii periodicității și Sistemului periodic al elementelor; de Alexandru Butlerov, autorul teoriei structurii compușilor organici; și de Alfred Werner, descoperitorul teoriei coordinației, descoperire epocală pentru chimia anorganică.

...Totul a început când chimiștii s-au apucat de studiul reacției dintre metale și amoniac. La o soluție de sare obișnuită, de exemplu $CuCl_2$, ei au adăugat amoniac în mediul de alcool. Evaporarea soluției a dus la obținerea de cristale bleu-verzi. Analizele au arătat că aceste cristale au o compoziție simplă. Era doar o impresie.

Formula clorurii de cupru este $CuCl_2$, iar cuprul este divalent. Nici cristalele compusului amoniacal nu aveau o formulă prea complicată $Cu (NH_3)2Cl_2$.

Dar ce forțe combinau oare atât de stabil cele două molecule de amoniac cu atomul de cupru? Cele două valențe ale acestui atom erau deja „folosite” în legăturile cu atomii de clor. Se părea deci că în acest compus cuprul trebuia să fie tetravalent.

Un alt exemplu este compusul analog al cobaltului. $Co (NH_3)6Cl_3$. Cobaltul este un element tipic trivalent, dar în acest complex pare a avea valența 9!

Au fost sintetizați mulți astfel de compuși și fiecare dintre ei reprezenta pentru teoria valenței o mină cu efect întârziat.

Era o adevărată sfidare a logicii. Multe metale aveau valențe nefiresc de mari.

Alfred Werner era cel care avea să elucideze acest fenomen straniu.

Ideea lui era că atomii pot prezenta pe lângă valențele lor obișnuite și valențe suplimentare. De exemplu, cuprul, după ce și-a „cheltuit” cele două valențe principale cu atomii de clor, mai dispune de două valențe suplimentare pentru a se combina cu amoniacul.

Compuși de felul $[Cu (NH_3)2]Cl_2$ sunt numiți complecși, în acest compus, cationul $[Cu (NH_3)_2]^{2+}$ este complex. Există multe substanțe în care anionul este cel care are o structură complexă; de exemplu, $K_2[Pt Cl_6]$ conține anionul complex $[Pt Cl_6]^{2-}$.

Câte valențe secundare poate avea un metal? Aceasta depinde de numărul de coordinație. Cea mai mică valoare a acestuia este 2, iar cea mai mare 12.

În compusul cuprului cu amoniacul, mai sus menționat, numărul de coordinație este 2, indicând numărul de molecule de amoniac combinate cu atomul de cupru.

Astfel a fost rezolvată enigma numărului neobișnuit de mare de valențe.

A luat naștere astfel, o nouă ramură a chimiei anorganice, chimia combinațiilor complexe.

Până în prezent sunt cunoscuți mai mult de o sută de mii de compuși complecși, care prezintă interes nu numai pentru chimiștii teoreticieni, dar și pentru practică.

Fără combinațiile complexe nu ar exista viață. Hemoglobina, unul dintre componenții importanți ai sângelui, și clorofila, substanța colorată din plante, sunt combinații complexe. Multe dintre enzime au în structura lor compuși complecși.

Chimiștii analiști folosesc la analizele foarte complicate combinații complexe.

Metalele se pot obține într-o stare foarte pură tot cu ajutorul complecșilor. Ei își găsesc aplicații și la prepararea vopselelor sau la dedurizarea apei. Într-un cu-vânt, combinațiile complexe sunt omniprezente.

O surpriză într-un compus simplu

În zilele noastre este mai mult decât ușor să înveți să faci fotografii. Chiar și un copil de școală o poate face. El nu știe poate toate secretele procesului respectiv (între noi fie vorba unele sunt necunoscute chiar specialiștilor), dar ca să ia instantanee și să le developeze are nevoie doar de puțină practică și de câteva sfaturi utile de la adulți.

Nu este vorba să intrăm în detalii despre ceea ce face un fotograf.

El știe bine, de exemplu, că uneori, pe fotografii apar pete brune, mai ales dacă ele se țin la lumină timp îndelungat. Fotograful ar putea explica apariția lor datorită subfixării hârtiei (sau plăcii).

În termeni științifici aceasta înseamnă că placa sau hârtia nu au fost ținute destul în soluția de fixare.

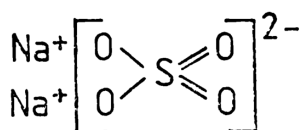
De ce este necesar fixatorul? Oricine și-a manifestat vreodată cel mai mic interes pentru fotografii poate răspunde la această întrebare.

El este necesar pentru îndepărtarea bromurii de argint rămasă nedescompusă pe suprafața filmului, după expunere.

S-au inventat diferiți fixat ori. Dar cel mai ieftin și mai cunoscut este tiosulfatul de sodiu.

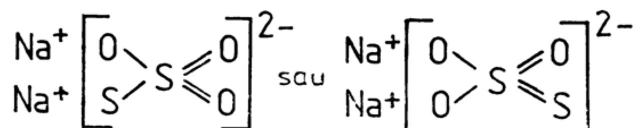
Dar mai întâi câteva cuvinte despre sulfatul de sodiu. El a fost descoperit de chimistul german Johann Glauber și se cunoaște de foarte mult timp. De aceea sulfatul de sodiu se mai numește și sarea lui Glauber. Formula lui este $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$.

Chimiștilor le place grozav să schițeze formula structurală a compușilor. Ei reprezintă sulfatul de sodiu anhidru astfel:



Privind această formulă chiar și pentru un începător în chimie este clar că aici sulful este pozitiv hexavalent iar oxigenul negativ divalent.

Structura tiosulfatului este aproximativ aceeași. Cu excepția unui amănunt, și anume, că unul din atomii de oxigen este înlocuit cu un atom de sulf:



Simplu, nu? Dar ce compus curios este tiosulfatul! El conține doi atomi de sulf cu valențe diferite. Unul are încărcarea 6 +, celălalt 2— Chimiștii nu întâlnesc prea des astfel de fenomene.

Nu rareori găsim neobișnuitul în cele mai obișnuite lucruri.

Ce nu ştia Humphry Davy

Lista lucrărilor științifice ale faimosului chimist englez Humphry Davy este într-adevăr foarte lungă.

El a fost nu numai un savant talentat, dar și un cercetător ingenios. Orice problemă urmărită de Davy era rezolvată cu succes. El a preparat mulți compuși noi și a elaborat mai multe metode noi de cercetare. În sfârșit Davy a descoperit patru elemente: potasiul, sodiul, magneziul și bariul.

Una din lucrările sale este un scurt articol relatând prepararea unui compus chimic simplu, hidratul de clor, în care șase molecule de apă se combină cu o moleculă de clor: $Cl_2 \cdot 6\ H_2O$.

Deși Davy a studiat proprietățile acestei substanțe foarte amănunțit el nu a știut niciodată că obținuse un compus de un tip cu totul nou, un compus fără legături chimice.

Acest lucru a devenit limpede doar pentru chimiștii secolului douăzeci. Ei au încercat să explice existența hidratului de clor după concepțiile moderne ale valenței. Dar nu au reușit: substanța era o nucă prea tare de spart și de altfel nici nu era singura.

Timp de decenii chimiștii au căutat răspunsul la întrebarea dacă gazele inerte sunt fără speranță inerte sau dacă ar putea fi făcute într-un fel să intre în reacții chimice. Noi știm deja răspunsul la această întrebare. Dar pe când aceasta era doar o întrebare savanții au reușit să prepare câți va hidrați de argon, kripton, xenon și radon.

Acești hidrați nu conțineau legături chimice obișnuite deși mulți din ei sunt substanțe relativ stabile.

Ureea, un compus organic simplu, a fost o altă șaradă pentru chimiști. Ea se combină cu ușurință cu multe hidrocarburi și alcooli. Această prietenie ciudată provoacă mirare: ce forțe ar putea să producă atracția dintre uree și alcooli? Nimic altceva decât forțe chimice…

S-ar putea să fie și așa, dar noua clasă de compuși, substanțe care nu conțin legături chimice, a crescut cu o viteză uimitoare.

Totuși, nu pare să fie nimic supranatural la mijloc.

Cele două molecule care se combină nu sunt egale, una din ele acționează ca „gazdă” și cealaltă ca „musafir”.

Moleculele gazdă formează o rețea cristalină. Totdeauna în această rețea rămân spații neumplute cu atomi. Moleculele „vizitatoare” intră în aceste interstiții. Dar ospitalitatea este de un tip foarte ciudat. Străinii stau ca gazdele lor un timp foarte îndelungat, deoarece nu le este ușor să părăsească interstițiile rețelei cristaline.

În acest fel, moleculele gazelor, clor, argon, kripton și altele sunt prinse, după cum spuneam, în interstițiile rețelei cristaline a apei.

Astăzi chimiștii numesc acest tip de substanțe care nu al legături chimice între diferite molecule, compuși clatrați (sau celulari).

26, 28 sau ceva remarcabil

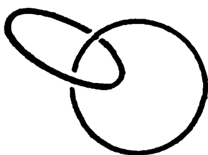
Aceste substanțe se numesc *catenani*, de la cuvântul „catenă” care în limba latină înseamnă lanț.

Și ce este cu asta? Cuvântul lanț nu ne spune prea mult. El nu este mai puțin comun în vocabularul chimistului organician decât orice alt termen.

Dar sunt lanțuri și lanțuri. Noi am avut ocazia să vedem că pot fi liniare sau ramificate și uneori de un tip foarte complicat.

Acum să ne oprim și să ne gândim o clipă la compușii organici. Noțiunea de lanț este o reprezentare, dar nu o noțiune foarte strictă. Potrivit cu înțelesul său de fiecare zi, cuvântul „lanț" semnifică ceva diferit. Zalele sale nu au o ansamblare mecanică rigidă ci trec liber una prin alta. În compușii organici complicați s-ar putea spune că inelele sunt „sudate" unul de altul, ca de exemplu cele trei inele benzenice din antracen. Acesta seamănă cu un lanț de inele și totuși nu este un lanț.

Și astfel chimiștii au început să se întrebe dacă cicluri separate ar putea fi legate ca zalele unui lanț obișnuit astfel:



Pe scurt, ceea ce doreau ei era să lege moleculele ciclice fără legături chimice, într-un mod pur mecanic, am putea spune.

Această idee atrăgătoare s-a păstrat multă vreme în mintea oamenilor de știință. Teoretic acest lucru părea posibil. Obstacole de netrecut s-au așezat însă în calea realizării practice a unei astfel de sinteze. Deși chimiștii erau în stare să calculeze teoretic numărul de atomi de carbon din care ar trebui alcătuite ciclurile pentru a se putea închide lanțul, în ceea ce privește practica, pentru multă vreme situația nu a fost deloc luminoasă. De fiecare dată sintezele intrau la un anumit stadiu, într-un punct mort. Și chimiștii trebuiau să se gândească la tot felul de trucuri.

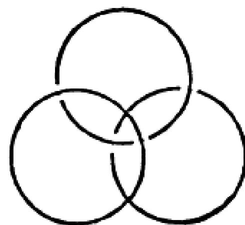
Noul compus s-a născut într-o minunată dimineață de aprilie în 1964. I-au dat viață doi chimiști germani, Luttringhaus și Schill. Aceasta a necesitat douăzeci de operații chimice consecutive, douăzeci de etape.

Compusul constă din două molecule ciclice, înlănțuite ca zalele unui lanț. Una din zale conține 26, cealaltă 28 atomi de carbon. De aici prozaicul nume al substanței: catenan-26, 28.

Două inele înlănțuite reprezintă deja trecutul chimiei catenanilor.

Acum savanții lucrează la combinații de inele mai complicate, ca cele din figură.





Acestea sunt modele de catenani legați câte trei. La cel din stânga, inelul din mijloc ar trebui să conțină 26 atomi de carbon, iar cele exterioare câte 20.

Pentru a da o înlănțuire completă celor trei inele (catenanul din dreapta), ele trebuie să fie constituite din cel puțin 30 atomi de carbon fiecare.

Aspectul exterior al primului născut din noua familie, catenanul-26, 28 este surprinzător de obișnuit: este o pulbere albă, cristalină ce se topește la 125°C.

Catenanii se întâlnesc oare și în natură? În natură totul are o finalitate; nimic nu se cheltuiește în zadar. Dacă există catenani naturali, ei ar trebui să îndeplinească o anume funcție.

Depinde de oamenii de știință să descopere aceasta.

Elogiu lichidului lui Cadet

În 1760 puțin cunoscutul chimist francez Cadet a făcut istorie fără să bănuiască.

În laboratorul său el a realizat următorul experiment chimic (nu avem cea mai vagă idee cu ce scop).

Cadet a încălzit acetat de potasiu cu oxid de arsen. El nu a aflat niciodată rezultatul, deoarece substanța formată avea o comportare cu adevărat diabolică.

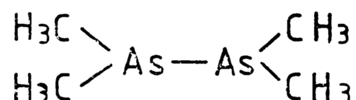
Era un lichid gros, negru. Fumega în aer și se aprindea ușor. În plus, avea un miros insuportabil.

„Concoctul” lui Cadet a fost analizat șaptezeci de ani mai târziu. Componenții săi principali erau compuși de arsen de o natură cu totul specială.

Pentru a înțelege ce era atât de unic la ei ar trebui să ne amintim că toți compușii organici au în comun un aspect foarte important: ei sunt formați din lanțuri de atomi de carbon drepte, ramificate sau ciclice în care se pot insera atomii unor alte elemente. Dar asemenea elemente (ele se numesc *organogene*) sunt doar câteva: oxigen, azot, hidrogen, sulf și probabil fosfor.

Arsenul cu siguranță nu face parte dintre ele. Lichidul lui Cadet conținea o substanță numită cacodil (din grecescul „kakodes” care

înseamnă rău-mirositor). Structura sa este constituită astfel încât atomii de arsen se strecoară între atomii de carbon, astfel:



Compușii organici ai căror lanțuri de carbon includ atomi ai elementelor anorganogene (metale sau nemetale) se numesc compuși *hetero-organici* (*organo-metalici*, dacă elementul este metal).

Așadar, Cadet a sintetizat primul compus hetero-organic din lume.

Astăzi se cunosc peste 15 mii de astfel de substanțe. Chimia compușilor hetero-organici și în special organo-metalici a devenit o mare ramură independentă a chimiei, unul din cele mai importante capitole ale acesteia.

S-a creat astfel o punte între chimia organică și cea anorganică, fapt care a arătat încă o dată cât de convențională este clasificarea științelor în zilele noastre.

Într-adevăr, ce fel de chimie organică este aceea care se ocupă de compuși în care metalele, reprezentanți tipici ai naturii nevii, joacă rolul cel mai important?

Și invers, putem vorbi de chimie anorganică dacă un mare număr de substanțe din domeniul ei sunt în multe privințe derivați pur organici?

Compușii organometalici sunt de un mare interes pentru știință.

Trăsătura lor esențială este legătura între un atom metalic și un atom de carbon.

Aproape toate metalele din subgrupele principale ale „casei mari” pot fi conținute în compuși organo-metalici.

Proprietățile acestor substanțe sunt foarte diferite.

Unele explodează cu o forță extraordinară chiar ia temperaturi mult sub zero. Altele, din contră, prezintă o mare rezistență la căldură.

Unele sunt foarte active chimic, în timp ce altele răspund cu greu la orice fel de influențe externe.

Aproape toate sunt otrăvitoare, cu excepția compușilor organometalici ai germaniului. De ce aceștia rămân nevătămători constituie un mister.

Domeniile de aplicare a compușilor hetero-organici sunt numeroase, practic nelimitate. Ei se utilizează la: prepararea materialelor plastice și a cauciucului, în industria semiconductorilor și a metalelor ultra pure; ca medicamente, pesticide în agricultură, ca părți componente ale combustibilului pentru rachete și motoare: în sfârșit, sunt reactivi chimici foarte valoroși și catalizatori, făcând posibilă realizarea cu succes a multor procese importante.

Uniunea Sovietică are o școală importantă de chimiști hetero-organicieni, condusă de academicianul Alexandru Nesmeianov căruia, pentru opera sa, i s-a conferit Premiul Lenin.

Povestea lui TEP

TEP este o prescurtare. Este numele unui compus mult folosit în activitatea practică a omului. El ajută la economisirea benzinei. Nimeni nu a calculat vreodată exact câți litri de benzină a economisit TEP de-a lungul istoriei, dar fără îndoială suma se ridică la o cifră foarte impresionantă.

Ce este misteriosul TEP? Un chimist ar spune: un compus organometalic al hidrocarburii etan cu metalul plumb. Luați patru

molecule de etan (G_2H_6), îndepărtați din fiecare moleculă câte un atom de hidrogen, adăugați radicalii de hidrocarbură rămași (etil, C_2H_5) la un singur atom de plumb și obțineți o substanță cu o formulă foarte simplă Pb $(C_9H_3)_4$. Ea se numește *tetraetilplumb* sau pe scurt TEP.

TEP este un lichid de culoare slab verzuie, cu un miros abia perceptibil de fruct proaspăt, dar este departe de a fi inofensiv. El este una dintre cele mai puternice otrăvuri.

Despre TEP propriu-zis nu sunt multe de spus; el este la fel ca oricare altă substanță; chimiștii cunosc compuși mult mai remarcabili. Dar adăugați numai 0,5% TEP la benzina din rezervorul unui motor și minunile încep.

Inima oricărui automobil sau avion este motorul său cu combustie internă. În cilindru este comprimat un amestec de benzină și aer. Apoi acesta este aprins cu ajutorul unei scântei electrice. Are loc o explozie și se dezvoltă energia care pune în mișcare motorul.

Raportul de compresie este foarte important. Cu cât acesta este mai mare, cu atât este mai mare puterea motorului și combustibilul este utilizat mai economic. Aceasta este teoria. În practică totuși, nu putem comprima amestecul cât de mult dorim pentru că s-ar produce „îmbolnăviri” ale motorului: datorită combustiei incomplete,

neuniforme a combustibilului motorul se supraîncălzește, piesele sale se uzează rapid și se consumă benzină în cantități inadmisibile.

Îmbunătățirile aduse designului motoarelor și calitățile de benzină mai pură au ameliorat oarecum „boala”, dar nu au vindecat-o. Motoarele continuă să „ciocăne” și să se supraîncălzească; explozii neuniforme ale amestecului (detonări) scurtează viața lor de funcționare.

După multă gândire savanții au ajuns la concluzia că detonarea poate fi suprimată și amestecul ar putea fi făcut să ardă uniform, doar prin modificarea proprietăților combustibilului.

Dar cum?

Thomas Midgley, un chimist american, a depus un mare efort pentru rezolvarea acestei probleme. Prima soluție pe care a sugerat-o a constituit o mare surpriză. El susținea că dacă benzina s-ar colora în roșu, ea ar fi capabilă să absoarbă mai multă căldură și ar deveni mai volatilă. Aceasta ar permite o compresie mai puternică a amestecului combustibil-aer.

Midgley a „colorat” benzina, adăugându-i puțin iod. Și, spre plăcerea lui, a văzut că într-adevăr benzina începuse să detoneze mai puțin. Dar când iodul a fost înlocuit cu un colorant obișnuit, motorul a devenit din nou victima „bolii” sale anterioare.

Deci, culoarea nu are nicio influență. Eșecul lui Midgley a fost totuși de scurtă durată căci i-a venit ideea strălucită că ar trebui probabil să existe substanțe care adăugate în cantități nesemnificative să îmbunătățească considerabil calitatea benzinei.

Iodul a făcut aceasta doar într-o mică măsură. Trebuiau căutate alte substanțe simple sau complexe. Savanții au testat zeci și sute de compuși. Ei au lucrat umăr la umăr cu inginerii. În cele din urmă, savanții au ajuns la concluzia foarte importantă că agenții antidetonanți trebuiau căutați printre compușii elementelor cu greutate atomică mare. De exemplu, ar putea fi testați compușii plumbului.

Dar cum poate fi introdus plumbul în benzină? Nici metalul singur, nici vreuna din sărurile sale nu sunt solubile în benzină. Singura cale posibilă este folosirea unor compuși organici ai plumbului.

44

Așa s-a făcut că primul cuvânt pronunțat a fost „tetraetil de plumb”, TEP. Aceasta a fost în 1921.

Adaosuri neînsemnate de TEP la benzină au provocat minuni. Calitatea combustibilului s-a îmbogățit simțitor. Amestecul combustibil-aer a putut fi comprimat în acest fel de două ori mai puternic decât înainte. Aceasta însemna că pentru un vehicul ce se

mișcă cu aceeași viteză consumul de benzină ar fi numai jumătate din cel anterior. S-ar elimina astfel arderile anormale din funcționarea motorului unui automobil sau avion.

Și iată o notă economică curioasă: producția mondială de TEP este acum atât de mare încât rezervele naturale de plumb sunt în pericol.

O proprietate foarte neplăcută a TEP-ului este toxicitatea sa. Ați văzut probabil camioane cu rezervoare purtând inscripția: „ETIL, PETROL, OTRAVA”, Benzina conținând TEP trebuie manipulată cu multă grijă.

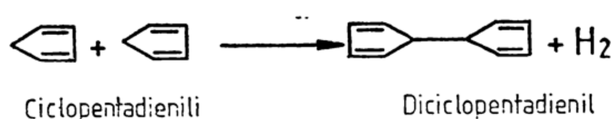
TEP a fost un pionier al agenților antidetonanți și este încă cel mai important. Dar savanții se gândesc în mod serios la problema înlocuirii lui cu alte substanțe la fel de eficiente, dar mai inofensive.

O astfel de substanță a fost deja descoperită. Ea se numește CMT. Dacă vreți să știți ce înseamnă, citiți următoarea povestire.

Sandwich-uri neobișnuite

Numărul de compuși organometalici cunoscuți astăzi a depășit cu mult zece mii. Dar cam cu 15 ani în urmă, în chimia compușilor organometalici exista un gol supărător. Chimiștii nu au găsit niciun mod de a implanta așa-numitele metale tranziționale în molecule organice. Metalele tranziționale sunt cele aranjate în subgrupele secundare ale Sistemului periodic. Numărul acestor metale este sub 50. Când chimiștii au reușit în cele din urmă să prepare compuși organici ai acestor metale, ei s-au dovedit a fi foarte instabil, un fel de „capricii organometalice”.

În 1951, așa cum s-a întâmplat mai mult decât o dată în istoria științei, a intervenit Măria-Sa întâmplarea. Chimistul englez Pauson a dat studentului său Kealy o lucrare care nu era deloc complicată. Kealy trebuia să sintetizeze o hidrocarbură cu un nume destul de lung, diciclopentadienil. Pentru aceasta era necesar să cupleze două cicluri de cinci atomi de carbon. Cu alte cuvinte, din doi compuși cu formula C_5H_6 trebuia să obțină unul: $C_{10}H_{10}$ (s-a presupus că doi atomi de hidrogen vor fi eliminați).

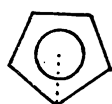


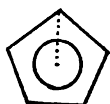
Kealy știa că această reacție poate avea loc numai în prezența unui catalizator și a ales pentru acest scop clorura feroasă.

Într-o dimineață însorită Pauson și Kealy au avut o frumoasă surpriză. În locul lichidului incolor așteptat, produsul de reacție se prezenta sub forma unor frumoase cristale portocalii, foarte stabile. Ele puteau fi încălzite ia aproape 500°C, ceea ce este un lucru neobișnuit în chimia organică.

Dar profesorul și studentul au fost și mai surprinși când au analizat misterioasele cristale, și aveau și de ce să fie. Cristalele conțineau carbon, hidrogen și… fier. Metalul de tranziție tipic, fierul, s-a combinat cu substanțe tipic organice!

Formula acestui compus organo-feros este de asemenea neobișnuită.





Ambele inele (ciclopentadiene) sunt pentagoane regulate, plane, semănând cu două felii de pâine, care au între ele, ca umplutură, un atom de fier. Compușii de acest fel se numesc astăzi „sandwich”-uri.

Ferocen-ul (așa a fost botezat compusul nostru organo-feros) a devenit primul reprezentant al familiei „sandwich”-urilor.

Sinteza ferocenului a fost una din cele mai mari senzații ale chimiei moderne. Atât cei ce lucrau în domeniul teoretic cât și în cel

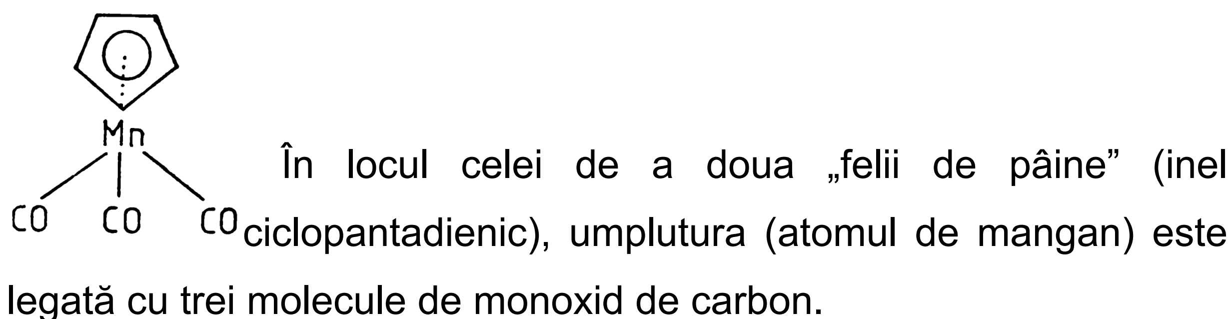
practic au trebuit să-și revizuiască multe din ideile asupra posibilităților chimiei compușilor organometalici, pe care până atunci le credeau infailibile.

Ferocenul s-a născut în 1951. Astăzi se cunosc câteva duzini de asemenea „ceni”. S-au obținut compuși „sandwich” pentru aproape toate metalele de tranziție.

Până acum ei sunt interesanți numai pentru chimiștii teoreticieni. Cât despre folosirea lor în practică, nu este încă totul clar. Dar…

Și acum este timpul să facem cunoștință cu CMT. Numele întreg al acestei substanțe este foarte lung, dar este ușor de memorat: Ciclopentadienilmangantricarbonil.

Structura moleculei este ușor de scris:



În locul celei de a doua „felii de pâine” (inel ciclopantadienic), umplutura (atomul de mangan) este legată cu trei molecule de monoxid de carbon.

CMT este un excelent agent antidetonant, mai bun ca performanțe decât vechiul nostru prieten TEP, mai bun și pentru că nu este deloc vătămător. Acum se fac verificări practice sub toate aspectele.

Camioanele cu cisterne având scris pe laturile lor CMT circulă deja pe străzi.

Economiștii au prevăzut că înlocuirea completă a TEP-ului cu CMT ar putea economisi 3 miliarde ruble pe an. Dar cel mai important avantaj este acela că aerul orașelor noastre ar fi mai curat și mai sănătos.

Capricii ciudate ale oxidului de carbon

Nu există niciun truc legat de acest compus: un atom de carbon și un atom de oxigen. El se numește monoxid de carbon. Este foarte toxic și ia cu greu parte la reacții chimice; acesta este pe scurt caracterul substanței cu formula simplă CO.

Credeți sau nu, un eveniment de un interes nu prea mare s-a întâmplat în 1916 la o uzină chimică germană. Cineva s-a gândit să utilizeze un cilindru foarte vechi de oțel (în care fusese ținut sub presiune, timp de aproape cinci ani, un amestec de două gaze: hidrogen și oxid de carbon). Când a fost deschis, gazele au ieșit afară iar pe fund a rămas un lichid brun deschis cu un miros neplăcut, de praf.

Lichidul s-a dovedit a fi un compus chimic cunoscut, dar foarte rar, constând dintr-un atom de fier și cinci molecule de oxid de carbon. Numele său, așa cum se află în cărțile de chimie, este pentacarbonil de fier.

Întâmplător, vorbind despre soarta descoperirilor științifice, pentacarbonilul de fier a fost obținut exact în aceeași zi, 15 iunie 1894, de către doi oameni de știință, Berthelot în Franța și Mond în Anglia. Astfel de coincidențe nu sunt prea frecvente, nu-i așa?

Analizând modul în care s-a format substanța din cilindru s-a demonstrat că nu s-a petrecut nimic supranatural. Hidrogenul a făcut ca suprafața de fier interioară a containerului să devină foarte activă, reducând oxizi de fier la metal. Sub presiune, monoxidul de carbon a reacționat cu fierul. După ce au studiat mecanismul reacției, chimiștii aceleiași fabrici au proiectat un aparat în care să poată fi produse kilograme din această substanță.

De fapt, pentacarbonilul de fier a găsit întrebuințare în practică. S-a dovedit că este un agent antidetonant destul de bun (se pare că îl putem obține în cantități mari, nu?). A fost produs un combustibil special conținând pentacarbonil de fier care a fost denumit motalină. Dar automobilele nu au folosit multă vreme motalina. Pentacarbonilul se descompunea prea ușor în componenții săi și pulberea de fier

rezultată înfunda segmenții pistonului la motoare. Chiar în acel timp s-a descoperit TEP-ul.

Să reținem deci capacitatea pentacarbonilului de fier de a se descompune ușor și să ne îndreptăm pentru o clipă atenția către alte probleme.

Astăzi se cunoaște un mare număr de carbonili: de crom și molibden, de wolfram și uraniu, de cobalt și nichel, de mangan și reniu. Acești compuși au diferite proprietăți: unii sunt lichizi, alții solizi; unii se descompun ușor, alții sunt foarte stabili.

Dar toți au o proprietate comună, foarte curioasă: concepția obișnuită despre valență nu se aplică la carbonili.

Să ne amintim că în compușii complecși moleculele se combină în proporții diferite cu ionii metalici. Iată de ce în chimia compușilor complecși se întrebuințează numerele de coordinare în locul valențelor.

Numărul de coordinare arată câte molecule, atomi sau ioni complecși se leagă de atomul central.

Carbonilii sunt niște fructe ciudate inventate de natură, în ei atomii neutri se combină cu molecule neutre. Valența metalelor în acești

compuși trebuie considerată egală cu zero, deoarece monoxidul de carbon este o moleculă neutră.

Și astfel părăsim mica noastră incursiune în teorie.

Practica consideră carbonilii metalici ca produși de mare finețe.

Un motiv este funcția lor de catalizatori.

Dar carbonilii au întrebuințări mult mai importante.

Să ne reîntoarcem la uzina în depozitul căreia a fost găsit acel cilindru vechi, la fundul căruia s-a observat un lichid ciudat care s-a dovedit a fi pentacarbonil de fier, care… pe scurt, a intrat în producție la scară aproape industrială. Dar, odată, pe când operatorul răspunzător de aparatul de sinteză era visător, pentacarbonilul a început să se scurgă afară. Vaporii de substanță s-au depozitat pe o placă de oțel care se afla din întâmplare alături. Operatorul a descoperit curând scurgerea și a oprit-o dar el a împins din greșeală placa de oțel, care a căzut pe podea.

Vânătorii au o zicală „o dată pe an chiar și un băț se aprinde". Placa de oțel, care a stat liniștită la soare atât de mult timp, a explodat când a lovit pământul.

O „comisie de anchetă” specială a ținut mai multe ședințe înainte ca experții să poată trage concluzia că placa a „explodat” pentru că a fost acoperită cu un strat foarte fin de pulbere de fier. În general multe pulberi măcinate fin sunt capabile să explodeze: de exemplu, s-au întâlnit explozii ale prafului de făină sau ale zahărului pudră.

În urma descompunerii pentacarbonilului, s-a format pe placă pulbere de fier.

Prepararea pulberilor metalice foarte fine prin descompunerea carbonililor metalici a atras puternic interesul oamenilor de știință.

Ei au stabilit că astfel de pulberi au proprietăți specifice. Particulele lor sunt deosebit de mici, având diametrul de ordinul micronului. De exemplu, pulberea de fier poate fi obținută sub formă de „lână” pufoasă de fier constând din lanțuri metalice rezistente. Depuse pe o suprafață fierbinte, carbonilii formează pe acesta un film foarte fin și rezistent. Astfel de pulberi și filme posedă proprietăți magnetice și electrice foarte importante, ceea ce le asigură o largă întrebuințare în industria electrotehnică și electronică.

Pulberile de carbonili sunt de asemenea promițătoare pentru domeniul metalurgiei pulberilor.

Roșu și verde

Ambele sunt substanțe organice foarte complexe. Formulele lor structurale ar ocupa o întreagă pagină de carte. Ambele sunt compuși complecși neobișnuiți: singurul lor atom metalic se pierde în structura complicată formată din câteva cicluri în centrul cărora se află. Chimiștii numesc astfel de compuși, *chelați*.

Prin ambele am înțeles hemoglobina și clorofila, Culoarea roșie a sângelui și cea verde a plantelor se datoresc acestor compuși. Aceste două substanțe dețin cheia a tot ceea ce este viu pe Pământ.

„Miezul” hemoglobinei este un atom de fier. Sângele diferitelor animale conține diferite hemoglobine, dar toate au aceeași structură de bază. Sângele unui om conține cam 750 grame hemoglobina.

Hemoglobina transportă oxigenul de la organele respiratorii la țesuturile întregului organism.

Clorofila are aproape aceeași structură. Diferența este că atomul său metalic este magneziu. Funcția vitală a clorofilei este foarte importantă și complexă. Ea face planta capabilă să asimileze dioxidul de carbon din atmosferă.

Chimiștii au început să discearnă esențialul în mecanismele de acțiune ale hemoglobinei și clorofilei. Evident, atomii metalici centrali, cei de fier și magneziu, joacă un rol foarte important.

Dar se pare că imaginația naturii este foarte bogată. Fierul și magneziul nu sunt fără îndoială singurele metale care pot pătrunde în interiorul scheletului porfirinio (acesta este numele structurii comune hemoglobinei și clorofilei). „Miezul” metalic poate fi de asemenea cuprul, manganul sau vanadiul.

Sunt ființe pe pământ care au sânge albastru. Acestea sunt anumite specii de moluște. Hemoglobina din sângele lor conține cupru în loc de fier.

Iată ce exponate remarcabile puteți găsi în muzeul nostru de chimie!

Totul într-unul

La începutul celui de al treilea deceniu al secolului nostru, geochimiștii au lansat o ipoteză foarte interesantă, conform căreia orice probă naturală, fie ea piatră, o bucată de lemn, o mână de

pământ sau o picătură de apă, conține atomii fiecărui element cunoscut pe Pământ.

La început aceasta părea o presupunere fantastică. Dar ochiul chimiei analitice a devenit an de an mai ager. Noile metode de analiză au făcut posibilă determinarea unei milionimi și a unei miliardimi dintr-un gram de substanță. Așa se face că, deși ideea geochimiștilor nu a fost corectă sută la sută, ea nu a fost totuși departe de adevăr.

Într-adevăr, în orice piatră pe care o luăm de pe malul unui râu găsim siliciu și aluminiu, potasiu și zinc, argint și uraniu – aproape întreg Sistemul periodic. Desigur, cele mai multe elemente sunt prezente în cantități de numai câțiva atomi: dar faptul este interesant în sine.

Ar fi o naivitate să credem că toate elementele din piatra pe care o găsim sunt prezente sub forma unui compus unic. Nici vorbă!

Piatra este un amestec complicat de substanțe chimice complexe. Cele mai importante elemente din ea sunt siliciul, aluminiul și oxigenul. Conținutul celorlalte elemente este mult mai mic iar cele mai multe din ele sunt în urme fine.

Aceasta este natura. Dar laboratoarele de chimie? Pot moleculele să conțină toate elementele tabelului lui Mendeleev?

Chimiștii au preparat substanțe foarte complexe conținând peste o duzină de elemente. Dar nu mai multe. Și nimeni nu și-a asumat vreodată sarcina de a crea o structură moleculară în care toți locuitorii „casei mari” să fie legați prin legături chimice. Aceasta nu numai pentru că nu au avut timp, ci mai ales pentru că ideea este lipsită de interes practic. Ar fi foarte dificil de construit o astfel de moleculă monstruoasă.

Dificil, dar evident posibil.

Rareori un element chimic poate fi obținut într-o singură etapă a unei reacții monofazice.

Dacă ne-am propus să construim o moleculă care să conțină toate elementele chimice, ar trebui să o facem în zeci și probabil sute de etape. O astfel de „construcție” complexă poate fi ridicată numai din fragmente.

Nu vom încerca să ilustrăm pe hârtie formula nici măcar a celei mai simple versiuni a unui astfel de presupus compus „total”, pentru simplul motiv că nimeni nu și-a bătut vreodată capul să se gândească la modul în care ar putea fi realizat.

Fără un plan, fără scheme nu poate fi descrisă nicio structură în mod distinct. Tot ceea ce putem face este să ne folosim de imaginație.

Cel mai neobișnuit atom, cea mai neobișnuită chimie

Simbolul acestui atom remarcabil este Ps. Degeaba îl veți căuta în Tabelul lui Mendeleev. Nu reprezintă simbolul nici unui element chimic. Viața sa durează numai o clipă, mai puțin de 10 milionimi de secundă. Totuși, nu se poate spune că este radioactiv. Ps este simbolul pozitroniului. Structura sa este foarte simplă. Luați un atom de hidrogen, cel mai simplu dintre toți atomii elementelor chimice. Un electron se rotește în jurul unui singur proton.

Atomul de pozitroniu apare în anumite tipuri de transformări radioactive, fiind însoțit de emiterea pozitronului. Pentru foarte scurt timp pozitronul formează un sistem stabil cu un electron.

În pozitroniu rolul protonului este realizat de o particulă elementară cunoscută sub numele de pozitron. El este antipodul electronului. Pozitronul are aceeași mărime și masă ca electronul, diferența fiind încărcarea sa care este de semn opus (pozitiv).

Coliziunea dintre un pozitron și un electron este sfârșitul ambilor. După cum spun fizicienii, ei se anihilează reciproc. Cu alte cuvinte, ei se transformă în nimic, sau, ca să fim mai exacți, într-o radiație.

Dar, chiar înainte de a dispărea, acești doi inamici ireconciliabili există unul alături de celălalt pentru o clipă, dând naștere atomului fantomă de pozitroniu. Acesta este un atom fără nucleu, electronul și pozitronul deplasându-se în jurul unui centru comun de gravitație.

Pe cine poate interesa acum pozitroniul? S-ar părea că numai pe fizicienii teoreticieni, sau pe scriitorii de literatură științifico-fantastică în căutare de noi tipuri de combustibil pentru navele lor cosmice.

Dar, nu de mult, în S.U.A. S-a publicat un volum gros intitulat „Chimia pozitroniului”. Nu era un roman științifico-fantastic. Cartea a fost scrisă de un serios om de știință și arată cum au reușit cercetătorii să facă acest atom neobișnuit să servească scopurilor lor.

în timpul scurtei sale vieți, pozitroniul este capabil să participe la reacții chimice. El reacționează în special cu compuși chimici care au valențe rămase libere. Aceste locuri libere nefolosite sunt ocupate de atomii de pozitroniu.

Cu ajutorul unor instrumente speciale chimiștii pot stabili natura descompunerii pozitroniului intrat în molecula unei substanțe. S-a găsit că descompunerea are loc în mod diferit, depinzând de structura moleculei. Aceasta oferă chimiștilor posibilitatea de a studia complexitatea structurilor moleculare și de a rezolva multe probleme

sofisticate și controversate pe care alte metode nu au reușit să le rezolve.

Din nou diamantul

Diamantul nu este cel mai important exponat al muzeului nostru de chimie. El este prea simplu pentru a fi unic. Scheletul său specific de carbon nu mai surprinde astăzi pe nimeni.

De mult, în secolul al XVII-lea, chimiștii ardeau cristalele de diamant la razele soarelui utilizând o lupă obișnuită.

Multă vreme, chimiștii erau preocupați de altceva, și anume cum să transforme grafitul în diamant. Ambele sunt forme de carbon și tot ce era de făcut era să se găsească o cale de a rearanja structura de carbon a grafitului în felul diamantului, dând astfel naștere celui mai dur material din cel mai moale, fără a scoate sau a adăuga ceva.

În cele din urmă s-a găsit o cale. Este o poveste foarte amuzantă pe care o vom spune la timpul potrivit. Pentru prezent vor remarca numai că ceea ce a fost necesar pentru prepararea diamantului artificial au fost presiunile deosebit de mari.

Și astfel, eroul acestei povești va fi presiunea. Și nu o presiune obișnuită, de una, două sau zece atmosfere, ci presiunile foarte mari, când fiecare centimetru pătrat de suprafață suportă zeci, sute și mii de kilograme.

Astfel, presiunile foarte mari fac posibilă obținerea unor substanțe necunoscute până în prezent.

Alchimiștii cunoșteau două varietăți de fosfor, cel alb și cel roșu. Apoi a apărut a treia varietate, fosforul negru. Fiind cea mai grea, cea mai densă, ea este un conducător de electricitate la fel de bun ca și metalele.

Fosforul, un nemetal tipic, a fost transformat la presiuni foarte mari într-o substanță aproape metalică și anume în una stabilă.

Exemplul fosforului a fost urmat de cel al arsenului și apoi de alte nemetale. Și de fiecare dată oamenii de știință au observat modificări izbitoare ale proprietăților lor.

Din punct de vedere al fizicii, nu s-a întâmplat nimic extraordinar. Presiunea foarte mare a rearanjat pur și simplu structura cristalină a elementelor și a compușilor lor, făcându-i mai metalici.

Apare astfel termenul pur fizic de „metalizare sub presiune”.

...Astronauții au vizitat Luna. Marte și Venus sunt acum la ordinea zilei. Apoi va veni rândul altor lumi mai depărtate și mai misterioase. De-a lungul timpului oamenii vor întâlni din nou neobișnuitul, neașteptatul și necunoscutul.

Dar acum suntem interesați de o problemă deosebită.

Sunt elementele chimice aceleași oriunde? Se extinde oare puterea Legii periodicității și a Tabelului lui Mendeleev la toate corpurile cosmice, fără excepție? Sau poate, creația ingenioasă a savantului rus se aplică numai pe Pământ?

Sperăm să nu plictisim cititorul cu semnele noastre de întrebare nesfârșite. Căci, într-adevăr, este mult mai ușor să pui întrebări decât să răspunzi.

Filozofii au o părere precisă. Ei cred că Legea periodicității și Sistemul periodic sunt aceleași în tot Universul. Ele sunt aceleași, dar cu o condiție esențială: numai acolo unde condițiile ambiante nu diferă prea mult de condițiile terestre, unde temperatura și presiunea nu sunt prea mari. Iată la ce se limitează acestea.

Necunoscutul de sub picioare

„Înainte de a număra stelele, privește pe unde calci” spune un proverb oriental.

Cunoaștem planeta noastră atât de bine? Din nefericire, știm foarte puțin despre ea. Avem puține informații despre structura interiorului globului și despre substanțele din care sunt formate adâncurile lui cele mai îndepărtate.

De tot ceea ce dispunem este un număr enorm de diferite ipoteze, preferințele neputându-se fixa asupra vreuneia.

Într-adevăr, puțurile de petrol au ajuns deja la 7 km adâncime! Și adâncimile de forat în viitorul apropiat par impresionante – între 15 și 20 km. Dar nu trebuie uitat că raza Pământului este de 6 800 km.

Există un alt proverb oriental: „Trebuie să spargi nuca pentru a ști ce gust are”.

În mare vorbind, planeta noastră prezintă o oarecare asemănare cu o nucă, în ceea ce privește structura. Un înveliș exterior – crusta Pământului – și în interior un miez – miezul Pământului. Pământul are un strat foarte gros între crustă și miez, numit manta.

Cunoaștem mai mult sau mai puțin din ce este formată scoarța Pământului. De fapt nici măcar scoarța sa, ci acel strat foarte fin care acoperă o nucă verde. Ce este mantia, și cu atât mai mult miezul, rămâne o ecuație cu multe necunoscute.

Doar un lucru este sigur: substanțele ce alcătuiesc straturile interioare ale Pământului sunt cu totul neobișnuite. Pe măsura apropierii de centrul Pământului presiunea straturilor este din ce în ce mai mare, atingând în miez valori astronomice, de trei milioane de atmosfere.

Apropo de miezul Pământului: structura sa a fost un subiect de controverse printre savanți timp de peste un secol. Câți savanți, atâtea ipoteze.

Unii susțin că planeta are un miez de fier-nichel, alții sunt de altă părere. După ei, materialul din care este alcătuit miezul este un minereu – olivina. În condiții obișnuite acesta este un amestec de magneziu, fier și silicați de mangan. Presiunea extraordinară din miez transformă olivina într-un fel de materie metalică. Există oameni de știință care merg și mai departe. Ei pretind că partea centrală a miezului constă din hidrogen comprimat până la o stare complet solidă, având deci proprietăți metalice neobișnuite. Mai există și alte păreri.

Dar este mai bine să ne oprim aici. „Trebuie să spargi o nucă pentru a ști ce gust are”. Dar ca să pătrunzi în miezul Pământului trebuie foarte mult timp.

Despre structura acestui miez știm mult mai puțin decât despre compoziția nucleului atomic. Nu este acesta un paradox?

Da, necunoscutul este sub picioarele noastre. Un adevărat depozit de surprize pentru chimiști: elemente în stări cristaline neobișnuite, nemetale transformate în metale; o mare varietate de compuși ale căror proprietăți sunt dificil chiar de imaginat.

Minunata chimie a adâncurilor!

Dar, pentru moment, așa cum sublinia savantul sovietic A. Kapustinsky, chimia noastră rămâne o știință foarte „superficială”. Rămâne Sistemul periodic al elementelor valabil și la cea mai mare adâncime? Da, atât timp cât structura electronică a atomilor rămâne neschimbată; atât timp cât electronii sunt așezați în structuri, ei rămân acolo. Dar acest status quo este menținut prea mult timp.

Când același lucru nu este deloc același

Nu, până acum nu am lucrat cu presiuni supra înalte. Ne așteaptă o mare surpriză.

Învelișul electronic al nucleului este o structură destul de rezistentă. El poate pierde câțiva electroni și atomul devine ion. Acest proces are loc totdeauna în timpul interacțiilor chimice. Dar poate pierde mai mulți electroni, în cele din urmă chiar pe toți, rămânând nucleul gol. Aceasta se întâmplă la temperaturi de milioane de grade, de exemplu în stele.

Dar aici intervine o altă enigmă. Presupunem că numărul total de electroni rămâne neschimbat, ei însă se aranjează diferit în straturile electronice. O astfel de schimbare conduce la modificarea proprietăților atomului și deci ale elementului.

Acesta este cum s-ar spune, textul explicativ al figurii. Acum pentru figura în sine:

Nu ar trebui să întâmpinați nicio dificultate în ilustrarea atomului de potasiu. El are patru straturi. Cele mai apropiate de nucleu (K și L) sunt ocupate: primul conține doi, iar al doilea 8 electroni. În condiții obișnuite pe aceste straturi nu mai intră alți electroni. Dar celelalte două straturi sunt departe de a fi complete. Stratul M are numai 8 electroni (deși ar trebui să aibă 18), iar stratul AT este doar început (are numai un electron) și aceasta înainte ca cel anterior să fie complet.

Potasiul este primul atom care prezintă inconsecvență în ocuparea straturilor sale de electroni.

Dar nu este greu de imaginat că în loc să intre pe cel de al patrulea strat, electronii potasiului ar putea să-l completeze pe cel de al treilea (deoarece acest strat mai are încă zece locuri libere).

Fantastic? Aproape fantastic, în condiții obișnuite. Dar presiunile foarte mari dau naștere unei situații deosebite. La astfel de presiuni straturile electronice din jurul nucleului se contractă foarte mult și electronii exteriori pot cădea pe straturile vecine incomplete.

De exemplu, să presupunem că electronul exterior din cel de la patrulea strat al atomului de potasiu a a fost împins în cel de al treilea, realizând 9 electroni în stratul M.

La ce va duce aceasta? Numărul atomic al potasiului (19) va fi același ca mai înainte, la fel și numărul de electroni. Cu un cuvânt, nu ar avea loc nicio transmutație de elemente.

Deși același, vechiul nostru prieten, metalul alcalin potasiu, nu va mai fi vechiul nostru prieten. Va fi un străin cu trei straturi în loc de patru și cu 9 electroni pe stratul său exterior în loc de unul singur. Și astfel proprietățile chimice ale „neopotasiului” ar trebui studiate din nou.

Care ar fi aceste proprietăți putem doar ghici, deoarece niciun strop dintr-un astfel de potasiu nu a fost vreodată accesibil cercetării.

La presiuni și mai mari, elementele următoare potasiului ar pierde și ele aspectul obișnuit. Completând treptat structurile de electroni, legea tabelului lui Mendeleev nu va mai fi respectată. În timp ce un strat ar fi incomplet, celălalt ar rămâne gol.

...Acesta ar fi de asemenea un Sistem periodic, dar nu cel al lui Mendeleev. Locuitorii lui (cu excepția elementelor din primele trei perioade) ar fi diferiți. Metalele lui alcaline ar fi cuprul și prometiul iar „gazele sale nobile” ar fi nichelul și neodimul, care ar avea straturile exterioare corespunzătoare complete.

Iată în ce se poate transforma chimia „adâncurilor”! Valențe neobișnuite, proprietăți ciudate, compuși surprinzători…

Atractiv? O, da! Real? Cine știe…?

Toate acestea pot fi privite ca o idee „trăznită”, deoarece este implicată prepararea unui tip cu totul nou de materie. Chiar dacă aceasta ar exista la presiuni foarte mari, forma elementelor convenționale în condiții obișnuite ar trebui reimaginată.

Întrebarea este cum să păstrăm sau să „înghețăm” această tranziție. Dacă reușim să rezolvăm această problemă, vom avea de

fapt o nouă știință a chimiei, chimia nr. 2.

Cu ochii proprii



Câte ceva despre utilizarea analizei chimice

Mihail Lomonosov spunea: „Chimia își întinde larg brațele”. Acum 200 ani, clarviziunea lui a sesizat semnificația acestei științe pentru viitoarele generații.

Secolul XX a demonstrat acest lucru, clar. Chimia este astăzi un „chip cu mai multe brațe”. Nici chiar un academician nu poate să enumere pe loc, toate ramurile chimiei, care apar continuu, aproape în fiecare an.

Există totuși un lucru fără de care niciunul din aceste „brațe” nu ar putea „trăi”.

Este vorba de analiza chimică.

Ea este cea care i-a ajutat pe chimiști să descopere foarte multe dintre elementele existente pe Pământ.

Ea este cea care le-a dat posibilitatea chimiștilor să stabilească părțile componente ale compușilor chimici simpli sau complecși, de la sarea de bucătărie la proteine.

Prin intermediul ei s-a descifrat compoziția rocilor și mineralelor și tot ea este aceea care i-a ajutat pe geochimiști să stabilească cifra exactă a rezervelor de elemente chimice de pe Pământ.

Chimia datorează mult analizei, care a devenit o știință exactă. Așa cum s-a observat, analiza chimică este primul ajutor în diferitele sfere ale activității umanei

De exemplu, să presupunem că fierul este extras din minereu într-un furnal. Proprietățile lui depind de cantitatea de carbon existentă în metalul rezultat. Dacă el conține mai mult de 1,7% se obține fontă; intervalul 0,2—1,7% reprezintă diferitele feluri de oțel, iar dacă metalul conține mai puțin de 0,2% carbon, se obține fier forjat.

Care este diferența dintre fier și oțel, alamă și bronz? Cât cupru există în piatra vânătă? Există mult potasiu în carnalit? Numai analiza chimică poate răspunde la aceste întrebări sau la altele similare. Se ridică două probleme principale: ce elemente conțin substanțele analizate și în ce proporție? Prima este obiectul de studiu al analizei calitative, a doua, scopul analizei cantitative.

Cât despre numărul felurilor de analize existente, nimeni, nici chiar un specialist experimentat nu poate spune ceva exact.

Cum se poate obține un praf de pușcă bun

Cine a inventat praful de pușcă? Călugărul german Berthold Schwarz – spune legenda.

Praful de pușcă nu se obține greu: se amestecă în diferite proporții sulf, salpetru și pudră fină de cărbune. Componentele trebuie să fie de calitate foarte bună.

Cum poate fi însă apreciată calitatea lor?

Pe vremuri, cei ce produceau praful de pușcă îl testau prin gustare.

Iată cum este descris în arhive un procedeu curios de testare prin gustare: „Salpetrul care este sărat și amar nu este bun; dar dacă el înțeapă la limbă și este dulce, atunci este bun.”

Am putea spune despre cineva că este un producător de praf de pușcă dacă a „mâncat o baniță de sare”!

Metoda de testare a sulfului era și mai ciudată.

Se lua o bucată de sulf în pumn și se apropia de ureche. Dacă se auzea un zgomot ușor, sulful era considerat corespunzător. Altfel el era considerat impur.

De ce scoate sunete sulful pur? Conductibilitatea lui termică este foarte scăzută. Pumnul încălzește sulful și diferitele lui părți componente vor avea temperaturi diferite. Presiunile interne cresc și întrucât este fragil, sulful se desface în bucăți mici, ceea ce produce sunetul menționat. Conductibilitatea termică a sulfului impur este mult mai mare și deci el este mult mai rezistent. Aceasta era baza științifică a analizei chimice făcute cu ajutorul urechii.

Și, ca să scurtăm povestea, principalele instrumente de analiză ale chimiștilor din trecut erau simțurile. Acest fapt este reflectat chiar de numele date substanțelor simple și complexe. De exemplu, beriliul era numit „gluciniu” pentru că sărurile lui aveau un gust dulce. Numele de glicerina vine de la latinescul „dulce”.

Sulfatul de sodiu natural este numit „mirabilit” ceea ce înseamnă „amar”.

Cum a fost descoperit germaniul

La începutul lunii martie a anului 1886, D. Mendeleev a primit următoarea scrisoare:

„Dragă domnule,

Permiteți-mi să vă prezint alăturat o relatare din care reiese că sunt descoperitorul unui nou element numit „germaniu”. La început am crezut că acest element ar putea ocupa în remarcabilul Sistem periodic constituit de dumneavoastră, locul liber dintre antimoniu și bismut, și că acest element ar coincide cu eka-antimoniul. Faptele indică însă că avem de-a face cu eka-siliciu.

Sper ca în curând să vă ofer informații mai detaliate despre această substanță; pe moment sunt încântat să vă informez despre foarte probabilul nou succes al cercetărilor dumneavoastră și să vă exprim întregul meu respect.

Freiberg, Saxonia 26 Februarie 1886

al dumneavoastră CLEMENS WINKLER”

100 de ani după descoperirea germaniului, Henry Cavendish, afirma nu în zadar, că „orice este determinat de măsură, număr și greutate”. Analizând argiroditul, un mineral rar descoperit în Saxonia, Clemens Winkler a găsit că el conține în principal argint, sulf și mici cantități de fier, zinc și mercur. Dar ceea ce îl uimea era faptul că toate elementele găsite alcătuiau doar 93% din mineral.

Ce putea reprezenta restul de 7%? Cum niciuna dintre metodele de analiză a elementelor cunoscute până atunci nu a fost omisă, Winkler a făcut presupunerea că cele 7 procente ar aparține unui element necunoscut. Presupunerea lui a fost în întregime confirmată. Modificând într-o oarecare măsură modul de analiză, Winkler a demonstrat că procentul deficient aparține unui elemente nou, necunoscut în acel timp, pe care l-a numit în cinstea patriei sale, germaniu.

Analiza gravimetrică a avut un rol important și în descoperirea argonului, reprezentant al grupei zero a Sistemului periodic.

În ultimul deceniu al secolului trecut fizicianul englez Rayleigh a întreprins o determinare a densității gazelor și deci a greutății lor atomice. Și așa, încetul cu încetul, cercetătorul a ajuns la azot. Aici au început să se petreacă lucruri ciudate. Un litru de azot obținut din aer are cu 0,0016 g mai mult decât un litru de azot obținut din

compuși chimici diferiți (care nu influențează însă de loc rezultatul final al cercetării).

Litrul nefericit de azot obținut din azotat de amoniu, oxizi de azot, uree, amoniac sau alți compuși se dovedește a fi invariabil mai ușor decât cel al azotului obținut din atmosferă.

Negăsind explicația acestei stranii diferențe, Rayleigh a publicat un articol în Nature, descriindu-și rezultatele.

Chimistul Ramsay i-a răspuns pe dată și cei doi cercetători și-au unit eforturile pentru a rezolva problema.

În august 1894 ei au raportat descoperirea unui nou element, care determinase insuccesul inițial al lui Rayleigh. Cantitatea în care se găsește în aer este de aproximativ 1%.

Astfel i-a ajutat analiza gravimetrică pe oamenii de știință să descopere elemente noi. Niciun laborator chimic nu își poate desfășura activitatea fără ea. O analiză elementară determină procentul elementelor din compușii complicați sau minerale. Desigur, ea trebuie să fie precedată de operațiuni chimice serioase pentru separarea elementelor unele de altele.

Lumină și culoare

Cu ocazia oricărei sărbători sovietice îl auzi pe speaker-ul de la Radio Moscova spunând: „Decret al Ministrului Apărării… în onoarea… Ordonăm să se tragă salve de tun în capitala țării noastre, Moscova, în capitalele Republicilor Unionale, în orașele Erou…”

În timpul serbării cerul este brăzdat de luminile galbene, verzi și roșii ale focurilor de artificii.

Sărbătorirea vacanțelor cu focuri de artificii și salve de tun este o tradiție veche. Pirotehnia era cunoscută în China încă din anul 2000 î.e.n. Abia relativ recent oamenii de știință folosesc flăcările colorate la analize chimice.

Acum o sută de ani, fizicianul german Kirchhoff remarca că sărurile diferitelor metale colorau flacăra incoloră a becului de gaz. Astfel, sărurile de sodiu colorează flacăra în galben, cele de calciu în roșu carmin, iar cele de bariu în verde.

Kirchhoff și-a dat seama că această proprietate poate constitui o metodă rapidă și sigură de determinare a elementelor chimice dintr-o substanță. Dar bucuria lui era prematură. „Toate erau bune și

frumoase” cât timp se foloseau săruri pure. Dar dacă sărurile, de potasiu și sodiu de exemplu se amestecau, culoarea violet dată de potasiu nu se deosebea practio față de fondul galben strălucitor al flăcării (datorat prezenței sodiului).

Cel care a venit în ajutorul lui Kirchhoff a fost Bunsen. El a sugerat examinarea flăcării strălucitoare a becului – având un amestec de săruri introdus în ea – cu ajutorul unui instrument special numit spectroscop, Elementul principal al acestui instrument este o prismă care descompunea lumina albă în componente, adică obținea spectrul ei. „Spectroscop” înseamnă „a observa spectrul”.

Ideea a avut un mare succes. Spre deosebire de alte surse de lumină, flacăra de gaz în care s-a introdus sarea supusă testării dă un spectru liniar și nu unul continuu, iar liniile spectrului au o poziție constantă. Sarea de sodiu introdusă în flacără duce la apariția în spectru a două linii galbene, apropiate, în timp ce sarea de potasiu dă o linie roșie și două linii violete. Kirchoff și Bunsen au arătat că liniile oricărui element chimic apar în spectru întotdeauna în aceeași poziție. Nu are importanță dacă sodiul se introduce în flacără sub formă de clorură, sulfat, carbonat sau azotat; poziția liniilor Na va fi mereu aceeași. Ea nu va fi afectată nici dacă sarea de sodiu se amestecă cu alte săruri, de exemplu, cu săruri de potasiu, cupru, fier, stronțiu sau bariu.

Însuflețiți de descoperirea lor, Kirchhoff și Bunsen munceau necontenit. Ei au folosit metoda „în flacără” pentru testarea unui mare număr de elemente și compuși. După un timp ei au alcătuit o listă ce cuprindea caracteristicile spectrale ale elementelor chimice. Oamenii de știință puteau acum analiza exact multe amestecuri complexe de substanțe.

Astfel a luat naștere analiza spectrală sau spectroscopică. Ea s-a dovedit nu numai o metodă excelentă de determinare calitativă a elementelor dintr-un amestec, dar și o metodă ce a condus la descoperirea de noi elemente: rubidiul, cesiul, indiul și galiul. Iar când s-a descoperit că intensitatea liniilor spectrale depinde de cantitatea de substanță prezentă în amestec, analiza spectrală a devenit și o metodă cantitativă.

Analiza chimică a… Soarelui

În așteptarea eclipsei de soare din 1868 astronomii și-au pregătit minuțios echipamentul necesar. La acea vreme lista cuprindea și un spectroscop, instrumentul care cu puțin timp înainte ajutase la descoperirea câtorva elemente noi.

Eclipsa a trecut și totul a revenit la normal. La 25 iulie 1868 însă, Academia Franceză de Științe a primit simultan două scrisori, una din India, de la francezul Janssen, cealaltă din Anglia, de la Lockyer. Conținutul era aproape același: cei doi informau Academia despre descoperirea în Soare, cu ajutorul analizei spectrale, a unui unui element nou, necunoscut pe Pământ. Linia lui spectrală este galbenă, asemănătoare cu a sodiului, fără însă să aparțină acestuia.

Oamenii de știință au fost uimiți. Janssen și Lockyer nu numai că au reușit să „analizeze” Soarele, dar au descoperit chiar un nou element!

Abia 27 de ani mai târziu, în 1895, heliul (acesta era numele „elementului solar”) a fost descoperit pe Pământ.

În cinstea acestui mare eveniment, a descoperirii metodei de investigare a secretelor corpurilor cosmice. Academia Franceză a luat hotărârea să scoată o medalie. Metoda avea într-adevăr, valoare de medalie. Pentru analiza unei substanțe prin orice altă metodă era necesară cel puțin o mică cantitate din această substanță.

După descoperirea „elementului solar” oamenii de știință și-au îndreptat spectrografele (spectroscop cu înregistrare) spre Soare, care, blând, le-a spus totul despre el. După Soare a venit rândul altor și altor stele. Strălucirea atmosferei a impulsionat creșterea

numărului de spectroscoape. Pe Pământ, oamenii de știință studiau în laboratoarele lor palisada tuturor felurilor de linii spectrale, în corpurile cerești ei au descoperit elemente deja cunoscute pe Pământ.

Opt ani mai târziu heliul a transmis ștafeta surprizei științifice, technețiului, ocupantul apartamentului nr. 43 în Tabelului lui Mendeleev. El a fost descoperit întâi în spectrul diferitelor stele și abia după aceea, în urme, pe Pământ. În stele, technețiul se găsește fără îndoială în cantități foarte mici. El se formează continuu ca rezultat al reacțiilor nucleare.

Niciun alt element nou nu s-a descoperit în Soare sau stele și probabil nici nu se va descoperi. Universul este uniform: Pământul, Soarele, planetele și stelele, precum și toate corpurile cerești sunt alcătuite din aceleași elemente chimice.

Dar curios este faptul că „balanța” elementelor chimice din stele este diferită de cea a elementelor chimice de pe Pământ. Hidrogenul și heliul predomină în Univers. Cantitatea în care se găsesc în Univers acești doi primi reprezentanți ai Sistemului periodic este de câteva ori mai mare decât restul elementelor laolaltă. Chimia universului ne aduce o surpriză paradoxală: galaxia noastră este în primul rând împărăția hidrogenului.

Unde și substanță

Numărul nuanțelor și culorilor din natură este foarte mare. Chimiștii știu ca nimeni alții acest lucru și nu de puține ori au fost puși în încurcătură.

— Ce culoare are soluția de nitrat de neodim?

— Roz, răspund chimiștii.

— Ce culoare va avea o soluție de fier trivalent la care s-a adăugat tiocianat de potasiu?

— Roșu.

— Dar fenolftaleina în mediu alcalin?

— Roșu-închis.

Putem continua așa la infinit pentru că multe reacții chimice au drept rezultat culori de diferite nuanțe. Dacă ar trebui să numim mai mult de o duzină de compuși ale căror soluții sunt colorate în diferite nuanțe de roșu, am fi, desigur, în impas. Se spune că artiștii și

textiliștii pot distinge aproape două duzini de nuanțe de roșu. Asta înseamnă să înveți să ai simțul culorilor.

Dar o astfel de metodă „intuitivă” de decelare a culorilor și nuanțelor nu este prea folositoare pentru chimiști. Soluția aceleiași substanțe poate avea, în funcție de concentrația ei, un număr infinit de nuanțe.

Or, cum ar putea chimiștii să le rețină pe toate?

Se spune că există oameni care, chiar legați la ochi, pot distinge culorile folosind vârfurile degetelor. Medicii spun că acești oameni au simțul tactil foarte dezvoltat. Cunoscutul scriitor Jonathan Swift a scris sarcastic Academiei de Științe că cei fără vedere amestecă culorile pentru a ironiza subiectul „științific” pe care-l studiază.

Astăzi sarcasmul satiricului englez nu mai este potrivit. Chimiștii pot denumi culoarea unei soluții fără să o vadă; și aceasta cu ajutorul spectrofotometriei. Numele acestei metode de analiză vine de la spectrofotometru, instrumentul cu care pot fi analizați compușii chimici sau soluțiile lor.

Isaac Newton a trecut un fascicol îngust de lumină naturală printr-o prismă și a descoperit că lumina albă este complexă. Desigur că toți am văzut curcubeul. Culorile lui sunt componentele luminii albe.

Newton a observat un astfel de curcubeu când a trecut raza de lumină prin prismă. Acest curcubeu se numește spectru.

Ce este lumina? Vibrații sau unde electromagnetice. Fiecare undă se caracterizează printr-o mărime numită lungime de undă (λ). Aceasta caracterizează orice culoare sau nuanță. Chimiștii spun: „culoarea roșie cu lungime de undă 626 mμ” sau „culoarea roșie cu lungimea de undă de 637 mμ” (1mμ este a mia parte dintr-un micron sau a milioana parte dintr-un milimetru) *.

** În prezent unitatea internaţională utilizată pentru aceste lungimi de undă este nanometrul (nm) care este numeric egal cu milimicronul (nm = mμ)*

Acest lucru elimină necesitatea denumirii diferitelor nuanțe cu nume diferite, cum ar fi „roșu-carmin”, „roșu”, „bordo”, „purpuriu” etc. Se indică doar lungimea de undă și chimiștii din întreaga lume știu despre ce culoare sau nuanță este vorba. Fiecare compus primește un fel de „certificat”, cu mențiunea: „îi este egal cu atât”, completat sub specificația „culorii”. Acesta este un document redutabil.

Dar problema este rezolvată doar pe jumătate. Culoarea unui compus depinde de lungimea de undă a radiațiilor absorbite și

transmise de acesta. De exemplu, dacă o sare de nichel este verde, ea va absorbi lumină de toate culorile de undă, cu excepția celei ce corespunde culorii verzi. Soluția galbenă de cromat de potasiu este transparentă doar pentru razele galbene.

Spectrofotometrul furnizează fascicole de raze luminoase de anume lungimi de undă și dă posibilitatea să se determine cum sunt ele absorbite de către diferitele substanțe. Multe substanțe organice și anorganice au fost investigate cu ajutorul spectrofotometrelor.

În afara razelor vizibile există și raze (lumină) invizibile pentru oameni. Aceste feluri de lumină „din depărtare” se află la limitele exterioare ale spectrului vizibil și se numesc *raze ultraviolete* și *raze infraroșii*. Chimiștii au învățat să le folosească și pe acestea. Ei au studiat spectrul diferitelor substanțe chimice în domeniul ultraviolet sau infraroșu și au descoperit un fenomen foarte interesant, și anume faptul că fiecare compus chimic (sau ion) are o bandă de absorbție distructivă, propriul său „certificat de culoare” (IR sau UV).

Spectrul de absorbție este utilizat atât în analizele calitative cât și în cele cantitative. Aceasta se datorește faptului că în cele mai multe cazuri cu cât concentrația unui compus chimic într-o soluție este mai mare, culoarea ei va fi mai intensă, adică absorbția unei culori de o anumită lungime de undă este mai mare. Determinându-se absorbția luminii de către o soluție (se spune în mod curent „determinarea

densității optice”) se poate ușor stabili concentrația oricărui element distinct.

Ce poate face o simplă picătură de mercur

Încă din antichitate se cunoștea zicala: „Toate lucrurile geniale sunt simple”.

Doar o dată s-a acordat Premiul Nobel pentru o descoperire din domeniul chimiei analitice. Descoperirea a fost făcută de chimistul ceh Yaroslav Heyrovsky în 1922. De atunci Praga a devenit un fel de Mecca, numeroși pelerini îndreptându-se spre acest oraș pentru a-și însuși metoda lui Heyrovski, *polarografia*.

Astăzi se publică anual în lume mii de lucrări despre analiza polarografică. Principiul metodei constă în plasarea unei cantități de mercur într-un vas de sticlă care conține soluția a cărei concentrație trebuie să fie determinată. Stratul de mercur servește drept electrod. Mici picături de mercur care cad la anumite intervale printr-un capilar în vas constituie al doilea electrod.

Prin conectarea electrozilor la o sursă de curent are loc electroliza soluției numai dacă potențialul electric al picăturii de mercur este suficient de mare.

În caz contrar circuitul nu va fi străbătut de curent. Potențialul va crește până când ionii conținuți în soluție încep să se descarce; în acest moment curentul va străbate circuitul.

Dacă soluția conține ioni ai diferitelor elemente, fiecare specie de ioni se va descărca la o valoare de potențial caracteristică.

Chimiștii trasează grafice reprezentând valoarea potențialului în funcție de curent. Curba obținută seamănă cu o scară, fiecare treaptă corespunzând descărcării unei anume specii de ioni.

Reprezentarea obținută este comparată cu o curbă standard a unei soluții conținând substanțe cunoscute în concentrațiile cunoscute.

În acest mod soluția poate fi analizată calitativ și cantitativ în același timp. Analiza poate fi efectuată automat cu ajutorul unor dispozitive speciale.

Metoda polarografică este o metodă elegantă. Dar eleganța nu este singura ei calitate. Polarografia este simplă, rapidă și precisă. Prin calitățile ei, polarografia este mult superioară altor metode de

analiză. De exemplu, se poate determina polarografic zincul dintr-o cantitate de numai o milionime de gram de clorură de zinc aflat în 1 cm^3 soluție. Această analiză durează mai puțin de 10 minute.

Ideea originală a lui Heyrovsky a fost perfecționată și au fost sugerate multe alte versiuni. Una dintre acestea este analiza de adsorbție polarografică, o metodă de mare sensibilitate. Ea poate fi utilizată pentru determinarea substanțelor organice în concentrație de a mia-milioana parte dintr-un gram într-un cm^3 soluție.

Unde se aplică polarografia? Practic peste tot: la controlul automat al producției, la analiza mineralelor și aliajelor. Polarografia ne dă informații despre conținutul în vitamine, hormoni și toxine al organismului. Fizicienii se gândesc chiar la utilizarea polarografiei în diagnosticarea incipientă a cancerului.

O prismă chimică

Printr-o stranie coincidență, numele savantului și profesiunea lui sunt în concordanță cu descoperirea făcută.

Numele lui este Mihail Ţvet iar profesiunea – botanist. Ţvet este denumirea rusească pentru culoare. Botanistul Ţvet era preocupat de clorofilă, substanța colorată din frunze.

Profesorul era și cunoscătorul multor procese chimice. El, știa, de exemplu, că există substanțe (absorbanți) care pot reține (absorbi) pe suprafața lor multe gaze și lichide. A mojarat o frunză până a obținut o pastă verde, pe care a tratat-o cu alcool. Pasta își pierde culoarea, ceea ce înseamnă că alcoolul a extras colorantul.

A umplut apoi un tub de sticlă cu cretă umectată cu benzen; peste acest amestec, Ţvet a picurat soluția de clorofilă.

Stratul de cretă de deasupra s-a colorat în verde. A spălat apoi creta cu benzen. Adăugat picătură cu picătură inelul verde din tubul de sticlă a început să se miște și – minune! — s-a separat în câteva benzi de culori diferite: galben-verde, verde-albastru și 3 benzi de diferite nuanțe de galben. Era o priveliște curioasă, care s-a dovedit a fi o descoperire foarte importantă pentru chimiști.

Ea demonstra că clorofila era un amestec complex de câțiva compuși diferiți din punct de vedere al structurii moleculare și al proprietăților. Ceea ce numim clorofilă este doar unul dintre acești compuși, este drept, cel mai important. Printr-o metodă foarte simplă toate aceste substanțe au putut fi separate.

Substanțele au fost adsorbite pe cretă, dar gradul lor de reținere pe suprafața suportului este diferită. Folosindu-se drept eluent benzenul, se obțin anumite fracțiuni, prima conținând substanța cea mai slab adsorbită, iar ultima substanța cea mai puternic adsorbită.

La fel ca prisma care desface lumina naturală în culorile spectrului, coloana cu adsorbant (prisma chimică) separă amestecul complex de substanțe în componente.

Această nouă metodă de analiză descoperită de Ţvet în 1903 a fost numită de autor cromatografie, de la grecescul cromos – culoare și „graphos – scriere".

Astăzi, această metodă este unul dintre cele mai importante instrumente de studiu din laboratoarele de analiză chimică.

Dar soarta multor descoperiri științifice este curioasă.

Unele sunt uitate, uneori pentru multă vreme, pentru ca să strălucească apoi pe orizontul științific ca stelele. Așa s-a întâmplat și cu cromatografia. Astăzi ea a fost „redescoperită" și nimeni nu regretă acest lucru.

Cum a fost descoperit prometiul

De fapt, am putea spune că acest element, cu numărul atomic 61, a fost descoperit de mai multe ori și de fiecare dată a primit alt nume: iliniu, florențiu, cicloniu. Dar de fiecare dată descoperirea s-a dovedit falsă iar numele lui o adevărată istorie.

După aceea, oamenii de știință au dovedit că nu există niciun element 61. Și aceasta nu numai datorită capriciului straniu al naturii prin care sistemul periodic era privat de unul dintre reprezentanții săi, dar și pentru că toți izotopii elementului nr. 61 sunt radioactivi, foarte instabili, și au un timp lung de descompunere, trecând în izotopii elementelor vecine.

În cele din urmă însă el a fost obținut în 1945, în reactorul nuclear. Fisiunea nucleelor de uraniu, combustibilul reactorului, duce la obținerea unui mare număr de fragmente, acestea fiind nuclee ale unor elemente mai ușoare. Ele conțin și promețiu (numele real al acestui element).

După ce au cercetat problema teoretic, fizicienii puteau să-și încheie misiunea. Dar chimiștii vroiau să atingă promețiul cu propriile lor mâini, să vadă cu ochii lor cel puțin o bucățică din acest nou metal, sau cel puțin din compușii lui.

Să obții a zecea parte dintr-un gram al elementului nr. 61 aflat în amestecul de fragmente obținute la fisiunea uraniului era însă un lucru foarte greu.

Chimiștii, deși au avut, nu o dată, de-a face cu cantități mici de substanță, au obținut rezultate bune.

Dificultatea era însă de altă natură. Prometiul este un pământ rar, iar asemănarea elementelor făcând parte din această familie este foarte mare. Or fragmentele nucleare conțin, pe lângă prometiu, și neodim și samariu.

Importantă era separarea prometiului, dar cum s-o realizezi? Chimiștii care și-au dedicat întreaga viață pământurilor rare aveau de îndeplinit o adevărată „misiune” științifică.

Era o adevărată tortură să separi cei 14 gemeni.

(Chimistul francez G. Urbain s-a hotărât să prepare tuliu pur și a reușit. I-au trebuit însă 3 ani de muncă grea, însumând peste 15 000 de experiențe chimice.)

Separarea prometiului a fost și ea destul de dificilă și aceasta pentru că el este un element radioactiv care se descompune repede. Deci erau necesare pentru separarea lantanidelor metode mai

rapide, metode care să nu necesite ani, luni sau săptămâni de cercetare. Chimia nu cunoștea însă astfel de metode.

Atunci savanții și-au adus aminte de cromatografie…Tubul lui Ţvet (numit acum coloană cromatografică) a fost umplut cu un adsorbant (nu cu cretă ci cu rășini schimbătoare de ioni).

O soluție de săruri de pământuri rare a fost trecută printr-o coloană umplută cu rășină. Deși pământurile rare se aseamănă foarte mult, ele nu sunt totuși identice. Fiecare formează cu rășina compuși care diferă în ceea ce privește stabilitatea lor: lantanul, primul din familia lantanidelor, formează compusul cel mai stabil, iar lutețiul, ultimul reprezentant al aceleiași familii, formează compusul cel mai puțin stabil.

Rășina se spală apoi cu o soluție specială care antrenează ionii pământurilor rare, obținându-se fracțiuni bine determinate: prima, sarea de lutețiu, ultima, sarea de lantan.

Prin această metodă au reușit chimiștii americani J. Marinsky, L. Glendenin și C. Coryell să separe prometțiul de neodim și samariu. Și aceasta numai în câteva ore!

Mireasma unui câmp de fragi sălbatici

...Un luminiș într-o pădure de pini! O zi călduroasă de iulie. Și fragi, fragi, peste tot! Bobite coapte de un roșu strălucitor și așa de dulci, că ți se topesc în gură.

Ce face ca fragii să miroasă așa? Trebuie să recunoașteți că această problemă nu v-a preocupat niciodată. V-ați bucurat doar de mireasma pădurii de pini și a luminișului însorit.

Mirosul este un fenomen complex. Există o întreagă știință a mirosurilor. Savanții nu sunt de aceeași părere atunci când încearcă să explice faptul că unele substanțe au un miros puternic, iar altele abia miros; că unele mirosuri sunt plăcute, iar altele nu.

Nu există nicio îndoială că mirosul substanțelor este determinat de structura lor moleculară. Dar cum? La această întrebare nu putem da un răspuns sigur. Mai mult, nu există, cel puțin până în prezent, nicio teorie fizică a mirosurilor.

Chimiștii, însă, pot identifica moleculele „responsabile” de diferite mirosuri și pot răspunde la întrebarea de ce miros fragii.

Mireasma dată de fragi este un amestec complex de 91 mirosuri diferite. Chiar și cel mai experimentat producător de parfumuri poate

invidia natura pentru capacitatea ei de a crea minunatul parfum de „fragi”.

Cum au procedat chimiștii la „disecția” parfumului de „fragi”?

Apelând la cromatografia gaz-lichid, în această metodă adsorbantul era un amestec de dioxid de siliciu, SiO_2, cu un lichid nevolatil, iar faza mobilă, un gaz nobil (argonul).

Uneori se poate folosi doar un tub de sticlă (capilar) umezit cu lichidul nevolatil dar pentru a „prinde” întreaga aromă a fragilor, tubul trebuie să aibă… 120 m lungime.

Tubul trebuie răsucit în formă de spirală și introdus într-un aparat numit termostat în care temperatura crește încet și uniform. Acest lucru este necesar pentru că diferitele componente ale miresmei de fragi diferă în ceea ce privește gradul de volatilitate. Componentele se dispun de-a lungul tubului în secvențe definite. Trecând argon prin tub, ele sunt forțate să iasă în afara lui, unde un aparat complicat înregistrează trecerea diferitelor substanțe.

S-a dovedit că mirosul de fragi se datorează unui amestec de 96 substanțe având greutatea totală în probă de numai 10^{-12}grame.

Chimiștii au studiat prin această metodă un număr mare de substanțe naturale foarte complexe. Câți componenți credeți că are

țițeiul? 230! Chimiștii cunosc nu numai numărul lor, dar i-au și identificat pe fiecare în parte.

Moartea lui Napoleon: legendă și realitate

Versiunea oficială spune că Napoleon Bonaparte a murit pe insula Sf. Elena la 5 mai 1821.

Cauza morții era, după dr. Antommarehi, cancerul la stomac, o boală care ocupă primul loc în lume în ceea ce privește gravitatea.

Deși bine stabilită, poporul nu prea credea în această versiune oficială a morții împăratului. Și pe bună dreptate!

Mulți din suita împăratului susțineau că Napoleon nu a avut o moarte naturală, ci dimpotrivă, ar fi fost otrăvit.

Cu o săptămână înaintea morții, Bonaparte însuși a spus, dictându-și testamentul: „am fost omorât de oligarhia engleză și de asasinii ei plătiți”!

Cu ce ar fi putut fi otrăvit Napoleon? Se cunoșteau multe otrăvuri, de toate felurile, dar ucigașul necunoscut ar fi putut cu greu folosi vreuna dintre ele pentru a-l asasina pe împărat. Era nevoie de o otravă fără gust pentru ca victima să nu devină suspicioasă. O otravă nu prea puternică, care să se acumuleze încet în organism și să nu omoare victima dintr-o odată. O astfel de otravă este arsenicul.

Și astfel a apărut o nouă versiune, și anume că Bonaparte a fost otrăvit cu arsenic.

Cum ar putea fi dovedit acest lucru? Nu poate fi formulată nicio ipoteză cu șanse de certitudine pentru că nu există o dovadă clară în acest sens. A-l deshuma pe împărat ar fi un sacrilegiu.

Cu toate acestea, 140 de ani după acest trist eveniment, la Glasgow au început investigații asupra morții împăratului. Cazul a fost pledat de doi fizicieni, doctori Smith și Forshufwood.

Ei au început cercetările prin cereri ciudate formulate diverselor muzee din lume… un smoc din părul celebrului francez, de exemplu. Se părea că investigatorii au noroc. Ei au primit câteva fire tăiate din părul lui Napoleon.

Fizicienii știau că arsenul introdus în organismul uman se acumulează în păr. Or, dacă ei detectau în părul lui Bonaparte…

Ușor de spus, dar mai greu de realizat.

Cantitatea de arsen găsită era însă, foarte mică. Metodele chimice de analiză care puteau fi folosite pentru determinarea cantității de arsen aveau o sensibilitate prea scăzută pentru ca erorile să fie excluse.

Ajutorul a venit din partea fizicianului suedez Wassen.

Părul prețios a fost sigilat într-un cilindru de aluminiu și introdus, câteva ore, în reactorul nuclear.

Când firele de păr au fost recuperate și supuse unor măsurători speciale, a devenit clar că Napoleon a murit otrăvit cu arsenic. Cantitatea de arsen din păr era de 13 ori mai mare decât cantitatea normală, mai mult „arsenicul fusese administrat treptat, în cantități mici.

Cum au reușit oamenii de știință să stabilească adevărata cauză a morții lui Bonaparte? Cum au putut ei detecta arsenul fără să apeleze la vreo metodă chimică?

Analiza prin activare

Arsenul natural este un element foarte stabil; în orice caz, nimeni nu a constatat vreodată în el prezența radioactivității.

Arsenul mai are și o altă particularitate, este un element „singuratic”. Multe elemente sunt amestecuri de 2, 3 sau mai mulți izotopi. Staniul, de exemplu, este un amestec de 10 feluri diferite de atomi, care se găsesc toți în natură.

Arsenul este un singuratic. Nucleul lui conține 33 de protoni și 42 neutroni, această combinație fiind foarte stabilă.

Dar dacă se introduce printr-o anumită metodă un neutron în nucleul arsenului, stabilitatea elementului dispare și se formează un izotop radioactiv care poate fi detectat fără a apela la metodele chimice. Nu este necesar decât un instrument pentru înregistrarea emisiei de radioactivitate.

Cu cât cantitatea de arsen activ este mai mare, cu atât va fi mai mare intensitatea radiației emise.

Acesta este principiul de bază al metodei de analiză prin activare. Ea este capabilă să determine cantități infinitezimale de substanță, fracțiuni dintr-un gram, reprezentate prin numere cu 10 sau 12 zerouri după virgulă. Pentru a realiza acest lucru, obiectul de studiat

este iradiat cu un fascicul de neutroni iar apoi este măsurată intensitatea radiației emise de izotopii radioactivi rezultați.

Așa a fost descoperită cauza morții lui Napoleon Bonaparte. A fost un exemplu minunat de ajutorul pe care-l pot da științele exacte.

Pentru analiștii moderni, analiza prin activare este un „ochi care vede tot” pentru că ea decelează ușor ceea ce celelalte metode analitice determină cu greu.

Germaniul pur este un semiconductor excelent. Dar dacă el conține mici cantități de impurități, să zicem de stibiu, într-o cantitate de 1 atom la milionul de atomi de germaniu, proprietățile de semiconductor ale acestuia dispar.

De aceea germaniul trebuie curățat de impurități și acest lucru se poate realiza cu ajutorul analizei prin activare.

Și astfel neutronii iau drumul plăcii de germaniu. Chimiștii știu că germaniul conține ceva stibiu; poate într-o cantitate neglijabilă, poate într-o cantitate așa de mare că trebuie îndepărtat. Nucleele atomilor de germaniu și stibiu reacționează diferit cu neutronii. Primul este indiferent la trecerea lor, dar stibiul îi „absoarbe” avid. Se vor forma deci, doar izotopi ai stibiului. Restul îl face controlul de radiații. În felul acesta se poate spune când cantitatea de stibiu din germaniu este mare sau mică.

Cum să cântărești imponderabilul

500 micrograme înseamnă mult? Să vedem.

Un microgram este a mia parte dintr-un miligram, sau a milioana parte dintr-un gram.

500 micrograme sunt a cincizecea mia parte dintr-un gram sau o jumătate dintr-un miligram. Dacă ne referim la apă, 500 micrograme sunt jumătate dintr-un milimetru cub (1 mm^3), aproape de trei ori mai mic decât volumul gămăliei unui ac.

Dar dacă substanța ar fi de zece ori mai grea? Ea ar avea un volum de zece ori mai mic. În astfel de cazuri substanța poate fi doar examinată la microscop.

500 micrograme de plutoniu era cantitatea accesibilă oamenilor de știință americani, care în 1942 au început să studieze proprietățile acestui element.

Cercetările au fost făcute atât de minuțios încât un an după aceea a fost proiectată o întreagă instalație.

În cursul tuturor operațiilor chimice oamenii de știință au recurs în mod repetat la cântărire.

Este balanța atât de complicată? O balanță este o balanță. Chiar și o microbalanță, care face cântăriri de până la a suta parte dintr-un miligram, nu este prea complicată. Totuși, a trecut mult timp până când această acuratețe nu i-a mai satisfăcut pe oamenii de știință, în consecință, la începutul secolului a fost proiectată o balanță pentru a cântări a zecea mia parte dintr-un miligram. Fizicianul William Ramsay a folosit o astfel de balanță pentru a cântări aproximativ 0,16 cm^3 de radon, demonstrând în felul acesta valabilitatea ipotezei lui Rutherford despre mecanismul descompunerii radioactive a radiului.

Dar chiar și această balanță nu a constituit limita acurateții. Ceva mai târziu, chimistul suedez Hans Patterson a construit o balanță care poate să cântărească până la a zecea parte dintr-un microgram, de exemplu 6 X 10^{-10} grame. O astfel de acuratețe este dificil chiar de imaginat. Sensibilitatea ultramicrobalanței moderne este de a 2 milioana parte din ceea ce se poate cântări.

Cântărirea supraprecisă, cântărirea imponderabilului, este doar unul din succesele noii științe numită *ultramicroanaliză*.

Au fost descoperite metode cu ajutorul cărora diferite operații chimice se realizează cu ajutorul unor volume foarte mici de

substanțe, mai mici de a zecea mia parte dintr-un mililitru (1 cm^3) până la o acuratețe de a zecea mia parte dintr-un microlitru (1 X 10^{-10} litri).

Metodele ultramicrochimice și-au găsit aplicații nu numai în investigațiile biologice și biochimice, ci și la studierea elementelor transuraniene artificiale.

Chimia atomilor unici

A fost o vreme când chimiștii se plângeau că pentru studierea proprietăților unui nou element nu aveau cantități suficiente de substanță (doar câteva miligrame). De atunci „criteriul micimii" a trebuit să fie revizuit. În 1937, italienii Perrier și Segre au studiat cu succes proprietățile elementului nr. 43 recent descoperit, technețiu, având la dispoziție doar a zecea mia milioana parte dintr-un gram din acest element.

Experiența lor a fost instructivă. Când lucrau cu elemente transuranice chimiștii trebuiau să uite unitățile de greutate de ordinul gramelor, miligramelor sau chiar microgramelor. „Cantități

imponderabile, invizibile” – erau termeni care apăreau în lucrările științifice referi-toate la elementele transuranice.

Și cu cât chimiștii cercetau mai adânc în această regiune a Tabelului periodic, cu atât erau mai mari dificultățile pe care le întâmpinau.

În cele din urmă a venit rândul elementului 101, mendeleviu, numit astfel în onoarea marelui chimist rus.

După ce a primit numele, chimiștii trebuiau să se convingă că el fusese obținut.

Erau ușor de calculat condițiile în care s-ar putea obține elementul 101. Nu exista nicio dificultate în a scrie ecuația corespunzătoare reacției nucleare. Se putea prevedea și ce izotop se formează din noul element.

Dar asta era doar teoria. Practica trebuia să confirme, să dovedească că s-au format, ca rezultat al proceselor nucleare, izotopii elementului 101 și nu ai altuia.

Ceea ce a urmat a fost de-a dreptul fantastic. În cursul unui experiment de sinteză a elementului nr. 101 nu se formează mai mult de un atom – era verdictul raționamentului fizic și matematic – și așa s-a întâmplat și în realitate. Doar un singur atom, un atom

necunoscut și-a anunțat apariția. Era el însă un atom al elementului 101?

Instrumente radiometrice sensibile sunt capabile să determine timpul de înjumătățire al unui atom dar nu și natura lui chimică.

Este oare posibil să se studieze chiar și proprietățile principale ale unui singur atom?

Cromatografia a fost chemată în ajutor.

Iată raționamentul nostru. Elementul 101 trebuie să aparțină familiei actinidelor ale căror principale proprietați se aseamănă cu cele ale lantanidelor.

Separarea lantanidelor dintr-un amestec s-a putut realiza cu ajutorul cromatografiei pe schimbători de ioni, când elementele cele mai grele apar primele, iar cele mai ușoare după aceea.

În seria actinidelor, elementul 101 urmează după einsteiniu (nr. 99) și fermiu (nr. 100). Dacă vrem să separăm cele trei elemente prin cromatografie, elementul 101 va apărea în primele picături de lichid care curg din coloana cromatografică.

Oamenii de știință au repetat de 17 ori sinteza elementului 101 și de 17 ori au folosit cromatografia pe schimbători de ioni pentru a

stabili natura chimică a acestuia. Și de fiecare dată atomul de mendeleviu a apărut în picătura de soluție prevăzută de teorie.

Pe vremuri doar fermiul și einsteiniul se obțineau în aceste picături. Deci numărul atomic al mendeievиului este 101 iar proprietățile lui sunt tipice actinidelor.

Există o limită?

Orice lucru în lume are un sfârșit. Excepție face Universul care nu are nici început, nici sfârșit. Putem spune, deci că există o limită a analizei. Dacă învățăm să determinăm natura chimică a atomilor elementelor sau moleculelor substanțelor chimice, putem considera că limita a fost atinsă.

Dar nu la acest lucru vrem să ne referim. Cam pe la jumătatea secolului, chimiștii puteau să analizeze impuritățile, dacă conținutul în substanța principală era de 0,01—0,001%, ceea ce mulțumea pe oricine. Astăzi însă, știința și tehnologia au progresat într-o asemenea măsură, încât în anii 1960 era nevoie de determinarea unei cantități de 10^{-12} dintr-un procent de impuritate. Asemenea sensibilități se realizau doar la determinarea elementelor individuale.

Astăzi însă o serie de elemente și compușii lor se pot determina în asemenea cantități. Și aceasta, datorită metodelor de analiză prin activare, cromatografiei și spectroscopiei de masă, metode prin care oamenii de știință pot determina astfel de „fleacuri”.

Cerințele impuse analizei de impurități vor crește constant. Academicianul sovietic I. Alimarin crede că cerințele în ceea ce privește puritatea tind către limita la care va fi necesară determinarea unui singur atom dintr-o impuritate, de exemplu o cantitate de substanță de 10^{-23} grame. Fizicienii și chimiștii vor lucra împreună la această problemă, rezolvată deja pentru atomii radioactivi ai unor elemente chimice.

Totuși, sensibilitatea determinării atomilor stabili și a compușilor lor este încă departe de limită. Ori tocmai aici metodele de analiză sunt în așteptarea celui care va „umple acest loc liber”.

Un număr uimitor

În calculele lor, oamenii de știință au de-a face adesea cu ceea ce ei numesc constante, valori numerice caracterizând unele calități sau proprietăți. Dorim să vă îndreptăm atenția spre una dintre ele.

Se numește constanta lui Avogadro, după numele faimosului om de știință italian care a folosit-o. Numărul lui Avogadro este numărul de atomi dintr-un atom-gram al oricărui element.

Atom-gram este numărul de grame dintr-un element, egal cu masa lui atomică. De exemplu, un atom-gram de carbon este (aprox.) 12 grame, cel de fier de 56 grame, iar cel de uraniu de 238 grame.

Numărul de atomi în fiecare dintre cantitățile enumerate este exact numărul lui Avogadro.

Scris pe hârtie el este $6{,}23 \times 10^{23}$.

El reprezintă mumărul de atomi aflați în 12 grame de carbon, în 56 grame de fier sau în 238 grame de uraniu.

Este greu de imaginat cât este de mare numărul lui Avogadro!

Populația globului era la un moment dat de peste 3000 milioane. Să presupunem că toți acești oameni s-au hotărât să numere câți atomi sunt într-un atom gram din fiecare element. Să mai presupunem că fiecare muncește câte 8 ore pe zi și că face o adunare la fiecare secundă.

Cât timp le trebuie pentru a număra cea 6×10^{23} atomi?

Un calcul rapid indică 20 milioane de ani? De necrezut, nu?

Imensitatea numărului lui Avogardo este o dovadă că ideea omniprezenței tuturor elementelor chimice are o poziție solidă. Se poate determina întotdeauna o cantitate de cel puțin câțiva atomi din orice element existenți oriunde.

Numărul lui Avogadro fiind atât de mare, este de așteptat că orice încercare de a obține o substanță fără impurități ar fi inutilă. Este aproape imposibil de „prins” un singur atom al unei impurități dintre ceilalți 10^{23} atomi, fără să se introducă alte impurități.

Într-adevăr, un gram de fier conține circa 10^{22} atomi. Dacă el conține 1% (10 miligrame) atomi de cupru ca impurități, asta face nu mai puțin de 10^{20} atomi. Dacă conținutul de impurități este redus la a zecea mia parte dintr-un procent, numărul de atomi va fi 10^{16} atomi. Dacă impuritățile cuprind toate elementele Sistemului periodic, va fi o medie de 10^{14}, adică, 100 de trilioane de atomi din fiecare element.

Chimia se răspândește tot mai mult



Încă o dată diamante

Un diamant brut, neșlefuit, este campionul tuturor mineralelor, materialelor etc, din punct de vedere al durității. Industria modernă ar avea mari probleme dacă nu ar exista diamante.

Un diamant șlefuit și prelucrat devine un briliant ce nu are egal printre pietrele prețioase.

Diamantele gri-bleu sunt deosebit de apreciate de bijutieri. Ele sunt foarte rare, ceea ce face ca prețul lor să fie de-a dreptul fantastic.

Dar, în definitiv, diamantele ca bijuterii nu sunt chiar atât de importante. Măcar dacă ar fi mai multe diamante obișnuite, ca să nu ne mai pese de orice fărâmă de cristal.

Din păcate există foarte puține depozite de diamante pe Pământ, cele bogate fiind și mai puține. Unul dintre ele se află în Africa de Sud și încă oferă până la 90% din producția mondială de diamante, în afară de Uniunea Sovietică. În această țară, s-a descoperit în Iakuția o regiune întinsă conținând diamante, și acum acestea se obțin la scară industrială.

Formarea diamantelor naturale necesită condiții extraordinare, și anume temperaturi și presiuni uriașe. Diamantele s-au născut în straturile mai adânci ale scoarței Pământului. În anumite locuri straturile cu diamante se topesc și apoi ies la suprafață și îngheață, dar aceasta se întâmpla foarte rar.

Dar nu ne putem descurca și fără ajutorul naturii?

Omul însuși nu poate face diamante?

Istoria științei cunoaște numeroase încercări de a produce diamante artificiale. (Apropo, unul din primii „căutători de noroc” a fost Henri Moissan, primul care a izolat fluorul în stare liberă.) Niciuna din ele nu a fost încununată de succes. Sau metoda a fost fundamental greșită sau experimentatorul nu a avut la dispoziție echipament care să reziste combinării temperaturilor și presiunilor deosebit de mari.

Abia pe la mijlocul celui de al cincilea deceniu al acestui secol, ingineria modernă a reușit în sfârșit să găsească soluția de producere a diamantelor artificiale. Așa cum ne așteptam, materialul de plecare a fost grafitul. El a fost supus simultan la o presiune de 100 000 atmosfere și o temperatură de aproximativ 3 000 grade. Astăzi se produc diamante în multe țări din lume.

Dar în acest caz chimiștii au jucat un rol secundar, aportul esențial pentru această realizare fiind adus de fizicieni.

Totuși, chimiștii au participat în alt mod, ajutând substanțial la perfecționarea diamantelor. „Perfecționarea” diamantelor? Poate fi ceva mai perfect decât diamantul? Structura sa cristalină este cea mai perfectă în. Lumea cristalelor. Aranjarea geometrică ideală a atomilor de carbon în cristalele de diamant este cea care le face atât de dure.

Diamantele nu pot fi făcute mai dure, dar poate fi obținută o substanță mai dură decât diamantul. Chimiștii au creat materialul de plecare pentru producerea unei astfel de substanțe.

Există un compus chimic al borului și azotului numit nitrură de bor. Nu este nimic deosebit, dar ceea ce impresionează este structura sa cristalină, foarte asemănătoare cu cea a grafitului.

Iată de ce nitrura de bor a fost multă vreme cunoscută sub numele de „grafit alb”. E adevărat că nimeni nu a încercat vreodată să facă creioane din ea.

Chimiștii au găsit un procedeu ieftin de a sintetiza nitrura de bor. Fizicienii au supus-o unor tratamente severe, adică zeci de mii de atmosfere și mii de grade… Logica pe oare au urmat-o a fost simplă. Deoarece grafitul „negru” poate fi transformat în diamant, de ce nu ar

putea fi obținută o substanță asemănătoare diamantului din corespondentul său „alb”?

Rezultatul a fost borazonul, o substanță ce depășește diamantul în duritate. El lasă urme pe suprafața netedă a diamantului și poate rezista la temperaturi mai înalte decât acesta: nu este ușor să arzi borazon.

Borazonul este încă prea scump. Va fi necesar un oarecare efort pentru a-i scădea prețul. Dar partea cea mai importantă a fost deja făcută. Omul s-a dovedit din nou mai capabil decât natura.

...Nu de mult s-a relatat că oamenii de știință japonezi au reușit să prepare o substanță considerabil mai dură decât diamantul. Ei au supus silicatul de magneziu (un compus conținând magneziu, siliciu și oxigen) la o presiune de 50 tone pe centimetru pătrat. Pentru motive ușor de înțeles nu se dau detalii ale sintezei. Nou-născutul „rege al durității” nu are încă un nume. Dar aceasta nu are nicio importanță. Ceea ce are importanță este că diamantul, care în mod indiscutabil timp de secole a fost în fruntea listei substanțelor celor mai dure, va fi departe de a mai ocupa acest loc în viitor.

Molecule fără sfârșit

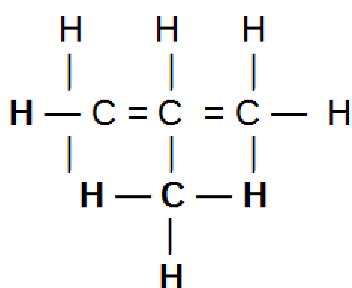
Toată lumea știe ce este cauciucul: mingi și galoși, puk-ul de la hochei și mănușile chirurgului, anvelopele de la automobil și recipientele pentru apă fierbinte, mantalele și pantofii impermeabili pentru ploaie.

Cauciucul și obiectele de cauciuc sunt produse astăzi de sute de fabrici și uzine. Acum câteva zeci de ani toate aceste obiecte erau fabricate din cauciuc natural, purtând de altfel numele internațional de „cauciuc”. Cuvântul cauciuc vine din limba Tupi * de la „cau-uciu”, care înseamnă „lacrimi de Hevea”. Hevea este unul din cei mai importanți arbori a căror sevă este folosită la fabricarea cauciucului.

** Tupi este limba vorbită de un grup de triburi indiene din America de Sud, locuind mai ales pe valea Amazonului*

Din cauciuc pot fi fabricate multe lucruri utile dar din păcate producerea sa necesită multă muncă iar Hevea crește numai la tropice. Aceste motive au făcut imposibilă satisfacerea cerințelor industriei pentru materialul natural brut.

Și aici chimia a sărit din nou în ajutor. Mai întâi chimiștii au încercat să găsească un răspuns la întrebarea de ce cauciucul este atât de elastic. După ce au studiat multă vreme „lacrimile de Hevea,” ei au găsit în cele din urmă un răspuns. S-a dovedit că moleculele de cauciuc au o structură foarte ciudată. Ele constau dintr-un număr mare de unități identice care se repetă, unite în lanțuri imense. Desigur, o moleculă lungă formată din aproximativ 15 mii de unități se poate îndoi în toate direcțiile și este elastică. S-a găsit că unitățile care formează lanțul sunt molecule de izopren, o hidrocarbură C_5H_8, cu următoarea formulă structurală:



Ar fi mai corect să spunem că izopropenul este un fel de monomer natural inițial. În cursul polimerizării, moleculele de izopren suferă o ușoară modificare: dublele legături dintre atomii de carbon se desfac și legăturile eliberate unesc unitățile în molecule uriașe de cauciuc.

Problema producerii cauciucului sintetic a atras de mult atenția oamenilor de știință și a inginerilor.

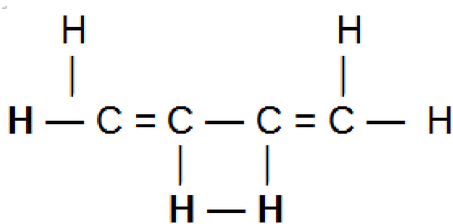
La prima vedere lucrurile nu par prea complicate. Nu trebuie decât să se producă izoprenul și apoi să se polimerizeze, adică să se combine unitățile de izopren în lanțuri lungi, flexibile, de cauciuc artificial.

Dar realitatea a fost dezamăgitoare. Chimiștii au reușit cu oarecare greutate să sintetizeze izoprenul, dar când a fost vorba de a-l polimeriza, nu s-a obținut cauciuc. Unitățile s-au combinat între ele, dar mai curând la în-tâmplare decât într-o anumită ordine, iar rezultatul au fost produși artificiali care seamănă parțial cu cauciucul, dar diferă de acesta în multe privințe.

Și astfel chimiștii au trebuit să inventeze metode care să facă unitățile de izopren să se unească într-un lanț, în ordinea corectă.

Pentru prima oară în lume cauciucul sintetic a fost produs în Uniunea Sovietică. Academicianul S. Lebedev a ales ca unitate a lanțului o altă substanță, butadiena.

Ea seamănă mult cu izoprenul ca structură și compoziție, dar polimerizarea ei este mai ușor de controlat.



În prezent se cunoaște nu număr relativ mare de cauciucuri sintetice (acestea se numesc adesea *elastomeri*, spre a-i deosebi de cauciucul natural).

Cauciucul natural și obiectele făcute din el prezintă unele inconveniente serioase. De exemplu, se gonflează puternic în uleiuri și grăsimi, prezintă o rezistență scăzută la mulți oxidanți, mai ales la ozon care se găsește întotdeauna în urme în atmosferă. Articolele din cauciuc natural trebuie vulcanizate, adică tratate cu sulf, la temperaturi ridicate. În felul acesta cauciucul brut se transformă în cauciuc tratat sau ebonită. În timpul folosirii, articolele de cauciuc natural (de exemplu roțile de automobile) degajă o mare cantitate de căldură care produce îmbătrânirea și uzarea rapidă.

Iată de ce oamenii de știință ar trebui să creeze noi cauciucuri sintetice cu proprietăți îmbunătățite. De exemplu, există o familie de cauciucuri cunoscute sub numele de „Buna”. Numele provine din literele inițiale a două cuvinte: „butadienă” și „natriu” (numele latin al sodiului), sodiul jucând rolul de catalizator în timpul polimerizării. Unii dintre elastomerii din această familie posedă proprietăți excelente și sunt folosiți în special pentru producerea anvelopelor pentru vehicule.

De o importanță deosebit de mare este cauciucul butil, produs prin polimerizarea combinată a izobutenei și a izoprenului. Mai întâi de toate, acesta este cel mai ieftin cauciuc. În al doilea rând, în contrast cu cauciucul natural, el este aproape indiferent la ozon. În plus, cauciucul butii vulcanizat, folosit în prezent pe scară largă la

fabricarea anvelopelor, este de zece ori mai impermeabil pentru aer decât cauciucul natural vulcanizat.

De un interes deosebit sunt cauciucurile pe bază de poliuretani. Ele posedă o mare putere de întindere și aproape că nu îmbătrânesc. Elastomerii de poliuretani se folosesc la obținerea bureților de cauciuc și în tapițerie.

Cauciucurile s-au dezvoltat în ultimii ani așa cum oamenii de știință nici măcar nu au putut visa. Ele sunt mai ales elastomeri pe bază de compuși organosilicici și fluorocarburi. Stabilitatea termică a acestor elastomeri este de două ori mai mare decât cea a cauciucului natural. Ei sunt rezistenți la ozon, iar cauciucul pe bază de compuși ai fluorocarburilor rezistă chiar la acid sulfuric concentrat și acid azotic.

Dar aceasta nu este totul. O achiziție recentă sunt cauciucurile carboxilice, copolimeri ai butadienei cu acizi organici. Ei au o foarte mare putere de întindere.

Este astfel evident că și în acest domeniu natura a cedat primul loc materialelor făcute de om.

O inimă de piatră ascunsă în piele de rinocer

Există o clasă de compuși în chimia organică numită hidrocarburi. Așa cum arată și numele, moleculele lor conțin atomi de hidrogen și carbon, și nimic altceva. Cel mai cunoscut reprezentant al lor este metanul (constituind cam 95% din gazul natural) și petrolul, din care se face benzina de diferite tipuri, lubrefianți și multe alte produse valoroase.

Să luăm cea mai simplă hidrocarbură, metanul, CH_4. Dacă înlocuim atomii de hidrogen din metan cu atomii de oxigen, ce obținem? Dioxid de carbon, CO_2. Dar dacă îi înlocuim cu atomi de sulf? Un lichid volatil, otrăvitor, numit disulfură de carbon, CS_2. Dacă înlocuim toți atomii de hidrogen cu atomi de clor, obținem de asemenea o substanță bine cunoscută, tetraclorura de carbon. Dar dacă luăm fluor în loc de clor?

Cu aproximativ 30 ani în urmă cu greu ar fi putut răspunde cineva clar la această întrebare. Dar în vremea noastră chimia fluorocarburilor este deja o ramură independentă a chimiei. În ceea ce privește proprietățile fizice, fluorocarburile sunt aproape total analoage hidrocarburilor. Dar aceasta se referă numai la proprietățile lor comune. În contrast cu hidrocarburile, compușii fluorocarburilor sunt substanțe foarte nereactive. În plus sunt foarte rezistenți la

căldură. De aceea ei sunt uneori numiți substanțe cu „inimă de piatră ascunsă în piele de rinocer”.

Explicația chimică a stabilității lor, comparativ cu hidrocarburile (ca și cu alte clase de compuși organici), este relativ simplă. Atomii de fluor sunt mult mai mari decât atomii de hidrogen și fac deci ca atomii de carbon pe care îi înconjoară să devină inaccesibili pentru alți atomi reactivi.

Pe de altă parte, atomii de fluor transferați în ioni cedează foarte greu electroni și „nu le place” să reacționeze cu alți atomi. Fluorul, după cum știm, este cel mai activ nemetal și practic nu există niciun alt nemetal care poate să-l oxideze (adică să îndepărteze un electron din el). Din nou legătura carbon-carbon este ea însăși foarte stabilă (amintiți-vă de diamant).

Datorită inerției lor, florocarburile și-au găsit o arie largă de aplicare. De exemplu, rășinile cu fluor numite teflon pot rezista la temperaturi de 300°C, la acizii sulfuric, azotic, clorhidric ca și la alți acizi. Ele rezistă la baze fierbinți și sunt insolubile în toți solvenții organici și anorganici cunoscuți.

Nu degeaba fluroplasticele sunt numite uneori „platină organică”. Ele sunt materiale ideale pentru aparatura de laborator, diferite echipamente pentru industria chimică și conducte pentru cele mai diverse scopuri. Credeți-ne, foarte multe lucruri din această lume ar

fi făcute din platină, dacă ea nu ar fi atât de scumpă, dar fluoroplasticele sunt comparativ ieftine.

Fluoroplasticele sunt cele mai alunecoase substanțe din lume. Un film de fluoroplastic aruncat pe o masă va „curge” de pe ea, pe podea.

Produsele făcute din fluoroplastice nu necesită practic niciun fel de lubrefiere. În fine, fluroplasticele sunt excelenți dielectrici și încă unii foarte rezistenți la căldură. Fluoroplasticele pot rezista încălzirii la 400°C, adică deasupra punctului de topire a plumbului.

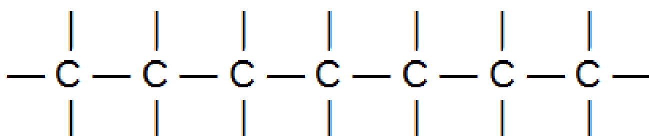
Acestea sunt fluoroplasticele, care se ’află printre cele mai remarcabile materiale create de om.

Fluorocarburile lichide sunt necombustibile și îngheață la temperaturi foarte joase. Acești compuși nu sunt atacați de ciuperci sau insecte și sunt foarte rezistenți la coroziune.

Unirea carbonului cu siliciul

În natură există două elemente care pot pretinde o poziție specială. Primul este carbonul. El stă la baza tuturor ființelor.

Pretenția sa este întemeiată mai întâi pe faptul că atomii de carbon sunt capabili să se combine puternic unul cu celălalt formând compuși sub forma unui lanț:

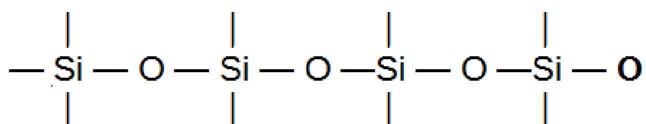


Cel de al doilea element este siliciul. El stă la baza întregii naturi anorganice. Dar atomii de siliciu nu pot forma lanțuri așa de lungi ca atomii de carbon și, în plus, numărul compușilor siliciului din natură este mai mic decât numărul compușilor carbonului deși ei sunt mult mai numeroși decât compușii oricărui alt element chimic.

Oamenii de știință au hotărât să „corecteze” acest inconvenient al siliciului. Într-adevăr, siliciul este tetravalent ca și carbonul. De fapt legătura dintre atomii de carbon este mult mai puternică decât cea dintre atomii de siliciu, dar siliciul „maschează” această situație, fiind mai puțin activ.

Dacă am putea obține compuși similari compușilor organici, dar conținând siliciul în loc de carbon, ce proprietăți minunate ar putea avea aceștia!

La început oamenii de știință au fost nenorocoși. Este adevărat că ei au dovedit că siliciul ar putea forma compuși în care atomii săi alternează cu atomii de oxigen:



dar acești compuși nu erau stabili.

Ei au înregistrat primul succes când s-au hotărât să combine atomii de siliciu cu atomii de carbon. Astfel de compuși, care au devenit cunoscuți sub denumirea de compuși organosilicici, sau siliconi, au într-adevăr anumite proprietăți unice. S-au obținut diferite rășini pe bază de siliconi; din ele se pot obține plastice care pot rezista la temperaturi mari, timp îndelungat.

Elastomerii bazați pe polimerii organosilicici au proprietăți foarte valoroase, una dintre ele fiind rezistența la încălzire. Unele tipuri de cauciuc pe bază de siliciu sunt stabile până la 350°C. Imaginați-vă numai o anvelopă făcută dintr-un astfel de cauciuc.

Cauciucurile pe bază de siliciu nu se gonflează de loc în solvenții organici. Ele sunt astăzi utilizate pentru fabricarea diferitelor tipuri de conducte pentru liniile de transport de combustibil.

Unele lichide și rășini siliconice își schimbă cu greu vâscozitatea pe un interval mare de temperaturi. Aceasta le face să fie alese ca lubrefianți. Datorită volatilității lor mici și punctului de fierbere ridicat lichidele siliconice au găsit o largă utilizare la pompele de vid înaintat.

Compușii organosilicici sunt hidrofobi, proprietate importantă, care-i face utilizabili în fabricile producătoare de compuși hidrofobi. Dar aceasta nu e totul. Se spune că apa mătură piatra. Teste făcute la importante proiecte de construcții au arătat că este util să se impregneze materialele de construcții cu diferite lichide organosilicice.

Recent s-au realizat smalțuri puternic rezistente la căldură, bazate pe siliconi. Plăci de cupru sau fier acoperite cu astfel de smalțuri pot rezista încălzirii la 800°C timp de câteva ore.

Și aceasta este doar începutul ciudatei uniri între carbon și siliciu. Dar această unire „duală” nu-i mai satisface pe chimiști. Ei și-au propus să introducă și alte elemente în moleculele compușilor organosilicici cum ar fi aluminiul, titanul sau borul. Această problemă a fost de asemenea rezolvată cu succes și a rezultat o clasă de substanțe absolut nouă, cunoscută ca *poliorganometalo-silicoxani*. Lanțurile acestor polimeri pot conține diferite tipuri de legături: siliciu-oxigen-aluminiu, siliciu-oxigen-titan, siliciu-oxigen-bor etc. Astfel de

substanțe se topesc la temperaturi de 500—600°C, concurând în această privință cu multe metale și aliaje.

O scurtă comunicare apărută nu demult arată că savanții japonezi au reușit să creeze un material polimer, care ar putea rezista încălzirii la 2000°C. Poate că aceasta a fost o eroare, dar chiar și așa nu a fost departe de realitate. Căci termenul de „polimeri rezistenți la încălzire” se va încadra în curând în lunga listă de materiale industriale moderne.

Site remarcabile

Aceste site au o construcție aproape unică. Ele sunt imense molecule organice, posedând un număr de proprietăți interesante. Mai întâi, ca multe alte materiale plastice, sunt insolubile în apă și solvenți organici. În al doilea rând, ele constau din ceea ce se cunoaște sub numele de grupe ionogene, adică grupe capabile să producă diferite tipuri de ioni într-un solvent (apă, mai ales). Acești compuși ar putea fi deci clasificați ca electroliți.

Ionul de hidrogen prezent poate fi înlocuit de un anumit metal, proces cunoscut sub numele de schimb ionic.

Ca urmare, acești compuși unici sunt cunoscuți ca schimbători de ioni. Cei capabili să interacționeze cu cationii (ionii încărcați pozitivi) se numesc schimbători de cationi, iar cei care interacționează cu ionii încărcați negativ se numesc schimbători de anioni. Primii schimbători de ioni organici au fost sintetizați la mijlocul deceniului al treilea al secolului nostru și au căpătat imediat o largă răspândire. Aceasta nu este surprinzătoare deoarece cu ajutorul schimbătorilor de ioni apa dură poate deveni nedură, apa sărată – dulce.

Imaginați-vă două coloane, una umplută cu un schimbător cationic și cealaltă cu unul anionic. Să presupunem că vrem să purificăm apa conținând sare obișnuită. Trecem mai întâi apa printr-un schimbător cationic. În el toți ionii sunt înlocuiți cu ioni de hidrogen, astfel că, în loc de clorură de sodiu, apa pe care am trecut-o va conţine acum acid clorhidric. Apoi trecem apa printr-un schimbător anionic. Dacă acesta este sub forma hidroxil (adică anionii săi capabili de schimb sunt ioni hidroxil) toți ionii de clor din soluție vor fi înlocuiți de ioni hidroxil. Ionii de hidroxil formează imediat molecule de apă cu ionii de hidrogen liberi. Apa, care inițial conținea clorură de sodiu, poate fi demineralizată complet prin trecerea ei pe coloane schimbătoare de ioni. Produsul obținut nu are proprietăți cu nimic inferioare celei mai bune ape distilate.

Dar demineralizarea apei nu este singura realizare care face ca schimbătorii de ioni să fie larg cunoscuți. S-a găsit că schimbătorii de

ioni rețin diferiți ioni cu diferite tării. Astfel, ionii de litiu sunt reținuți mai puternic decât ionii de hidrogen, ionii de potasiu mai puternic decât cei de sodiu, ionii de rubidiu mai puternic decât cei de potasiu etc. Schimbătorii de ioni oferă o cale ușoară de separare a metalelor. În momentul de față, schimbătorii de ioni joacă un rol important în diferite ramuri industriale. De exemplu, multă vreme laboratoarele fotografice nu aveau o metodă potrivită de a colecta argintul rezultat ca deșeuri. Această importantă problemă a fost rezolvată cu ajutorul filtrelor schimbătoare de ioni.

Bine, și va fi vreodată omul capabil să utilizeze schimbătorii de ioni pentru a extrage elemente valoroase din apa mării? Răspunsul este da. Și, deși apa de mare conține o mare cantitate de diverse săruri, recuperarea metalelor nobile din ea este evident o problemă a viitorului apropiat.

Dar dificultatea este că atunci când apa de mare este trecută printr-un cationit, sărurile conținute în ea împiedică virtual micile cantități de metale prețioase să se depoziteze pe schimbătorul cationic. Totuși, recent s-au sintetizat rășini de un nou tip, cunoscute ca rășini schimbătoare de electroni. Acestea nu numai că schimbă ionii lor cu ioni metalici din soluție, dar și reduc metalul, donându-i electroni. Teste recente au arătat că dacă o soluție conținând argint este trecută prin astfel de rășini, argintul metalic și nu ionul de argint începe să se depoziteze repede pe rășină, proprietățile acesteia din

urmă persistând un timp considerabil. Astfel, dacă un amestec de săruri se trece printr-un schimbător de electroni, ionii care se reduc cel mai repede pot fi transformați în atomi de metal pur.

Clești chimici

După o veche glumă nimic nu este mai simplu decât să prinzi leii în deșert. Dacă deșertul conține nisip și lei, tot ce este de făcut este să se ia o sită și să se cearnă deșertul prin ea. Nisipul va trece prin găuri, lăsând leii pe sită. Dar ce este de făcut dacă un element chimic valoros este amestecat cu o cantitate mare de alte elemente care nu sunt bune de nimic? Sau dacă o impuritate foarte dăunătoare trebuie îndepărtată dintr-o substanță care conține o cantitate foarte mică din aceasta?

Această problemă nu este neobișnuită. Cantitatea de hafniu conținută în zirconiul necesar construcției reactoarelor nucleare nu trebuie să depășească câteva zecimi de miimi la sută, în timp ce conținutul său în zirconiul obișnuit este de aproximativ 0,2%.

Hafniul și zirconiul au proprietăți chimice foarte asemănătoare astfel încât metodele obișnuite nu sunt de niciun folos. Chiar și

remarcabilele site chimice despre care am vorbit nu au nicio putere.

Zirconiul încă mai trebuie purificat…

Timp de secole chimiștii au urmat formularea simplă: solvenții dizolvă compuși cu structură similară.

Substanțele anorganice se dizolvă de preferință în solvenți anorganici iar substanțele organice în solvenți organici. Multe săruri ale acizilor minerali se dizolvă bine în apă, acid fluorhidric anhidru, acid cianhidric lichid. Foarte multe substanțe organice sunt foarte solubile în solvenții organici: benzen, acetonă, cloroform, disulfură de carbon și alții.

Dar ce se întâmpla cu o substanță intermediară între compușii organici și anorganici, cum se va comporta ea? Despre astfel de compuși, chimiștii știu mai mult sau mai puțin. De exemplu, clorofila (materialul colorat al frunzelor verzi) este un compus organic conținând atomi de magneziu. Ea se dizolvă bine în mulți solvenți organici. Un mare număr de compuși organometalici necunoscuți în natură au fost sintetizați artificial. Mulți dintre ei sunt solubili în solvenți organici, solubilitatea lor depinzând de metalul pe care îl conțin.

Chimiștii au hotărât să profite de aceasta.

În timpul operațiilor la reactoarele nucleare este necesar ca din timp în timp să se înlocuiască barele de uraniu folosite, deși cantitatea de impurități din ele (fragmente de fisiune ale uraniului) nu este mai mare de a mia parte dintr-un procent. Barele se dizolvă mai întâi în acid azotic. Toată cantitatea de uraniu și alte metale formate ca rezultat al transformărilor nucleare trec în azotați.

Unele impurități, ca xenonul și iodul, ies afară automat, ca gaze sau vapori. Altele, ca staniul, rămân în sediment.

Totuși, în afară de uraniu, soluția rezultată conține multe impurități, în special plutoniu, neptuniu, pământuri rare, technețiu și altele. Acum intervin substanțele organice. Soluția impură de uraniu în acid azotic este amestecată cu o soluție a unei substanțe organice numită *tributilfosfat*. Practic tot uraniul trece în fază organică în timp ce impuritățile rămân în soluția de acid azotic.

Procesul se numește extracție. După o extracție dublă, uraniul rămâne aproape în întregime fără impurități și poate fi utilizat din nou pentru bare de uraniu. Impuritățile extrase în acest mod sunt apoi separate pentru a fi recuperat ceea ce este mai important în ele, mai ales plutoniul și anumiți izotopi radioactivi.

Zirconiul și hafniul pot fi separate într-un mod asemănător.

Extracția este acum larg răspândită în industrie. Ea se întrebuințează nu numai la purificarea compușilor anorganici, ci și a multor compuși organici, și anume vitamine, grăsimi și alcaloizi.

Chimia în halat alb

Purta numele pompos de Johann Bombastus Theophrastus Paracelsus von Hohenheim. Paracelsus nu era numele lui ci o poreclă care înseamnă „mai bun decât Celsus”. Paracelsus era un chimist excelent și se zvonea chiar că ar fi vrăjitor și vindecă rănile, căci el nu era numai chimist ci și medic.

Apropierea dintre chimie și medicină s-a consolidat în Evul Mediu. Chimia nu câștigase încă dreptul de a se numi știință. Direcțiile sale erau prea vagi iar eforturile ei se risipeau în căutarea zadarnică a renumitei pietre filozofale.

Dar în timp ce se încurcau în plasa misticismului, chimiștii au învățat să vindece boli grave. Așa s-a născut iatrochimia, sau chimia medicală. În secolele XVI, XVII și XVIII mulți chimiști au fost numiți apotecari sau farmaciști, deși ceea ce făceau ei pentru a prepara diferite leacuri era pură chimie. Adevărul este că prepararea se

făcea prin metode empirice, iar leacurile nu erau totdeauna bune pentru pacient.

Paracelsus a fost unul dintre cei mai remarcabili „farmaciști”. Lista medicamentelor sale includea alifii cu mercur și sulf (utilizate astăzi, întâmplător, pentru tratarea bolilor de piele), săruri de fier și stibiu și diferite sucuri de plante.

La început chimia putea aproviziona medicii numai cu substanțe găsite în natură iar sortimentul era foarte limitat. Dar medicina nu se putea mulțumi cu aceasta.

Privind într-un manual modern de medicamente găsim că numai 25% din ele sunt ceea ce numim preparate naturale. Ele cuprind extracte, infuzii și decocturi preparate din diferite plante. Toate celelalte sunt medicamente sintetice necunoscute în natură, substanțe create prin puterea chimiei.

Primul medicament sintetic a fost preparat cam cu 100 ani în urmă. Proprietățile curative pentru reumatism ale acidului salicilic sunt de mult cunoscute. Dar era foarte dificil și scump să fie preparat din materiale vegetale brute. Abia în 1874 s-a găsit o metodă simplă de preparare a acidului salicilic din fenol.

Astăzi acest acid stă la baza multor preparate medicamentoase, unul din cele mai cunoscute fiind aspirina. De regulă „viața” unui

medicament este relativ scurtă: vechile medicamente sunt înlocuite de altele noi, perfecționate și mai bine adaptate pentru vindecarea diferitelor maladii. Aspirina este o excepție curioasă în acest sens. În fiecare an i se descoperă proprietăți noi, remarcabile, necunoscute anterior. Aspirina nu mai poate fi folosită numai ca antipiretic și analgezic: domeniul său de aplicare este mult mai larg.

Un alt medicament „vechi”, cunoscut fiecăruia, este piramidonul (data nașterii 1896.)

Astăzi chimiștii sintetizează zilnic noi medicamente, cu o mare varietate de proprietăți pentru vindecarea a tot felul de boli, de la medicamente pentru calmarea durerilor până la cele pentru boli psihice.

A vindeca oamenii – niciun scop nu poate fi mai nobil, dar nici mai dificil pentru chimiști.

Timp de câți va ani, chimistul german Paul Ehrlich a încercat să sintetizeze un medicament pentru vindecarea teribilei maladii cunoscută sub numele de boala somnului. Fiecare sinteză a realizat ceva, dar nu l-a satisfăcut pe Ehrlich. Abia la cea de a 606-a încercare a reușit să obțină un remediu eficace, numit salvarsan, zeci de mii de oameni putând fi vindecați nu numai de boala somnului ci și de o altă boală insidioasă, sifilisul. Iar la cea de a 914-

a încercare, Ehrlich a obținut un medicament și mai eficace numit neosalvarsan.

Un medicament are de parcurs un drum lung de la eprubetă până pe raftul farmaciei. Pentru medicamente există o lege după care acesta nu este autorizat să se folosească până nu este verificat și reverificat sub toate aspectele. Nerespectarea acestei reguli poate duce la accidente tragice. Nu demult, o firmă farmaceutica vest-germană făcea reclamă unui nou somnifer numit thalidomidă, o mică tabletă albă care ar putea ajuta o persoană să cadă rapid într-un somn adânc, chiar dacă aceasta suferea de o insomnie puternică. Thalidomida a fost lăudată până în ceruri dar curând ea s-a dovedit a fi un teribil dușman al copiilor care urmau să se nască. Deci mii de monștri – acesta a fost prețul plătit pentru punerea în vânzare a unui medicament fără o verificare atentă.

Iată de ce este important pentru chimiști și medici nu numai să știe că un anumit medicament poate vindeca o boală sau alta, dar să și cunoască bine cum lucrează el, care este mecanismul chimic intim al luptei sale cu boala.

Iată un mic exemplu. Derivații acidului barbituric sunt adesea utilizați ca somnifere. Acest acid este compus din atomi de carbon, hidrogen, azot și oxigen. În plus, în derivații săi unul din atomii de carbon are atașate două grupe alchil, acestea fiind molecule de

hidrocarbură cărora le lipsește câte un atom de hidrogen. Chimiștii au găsit că acidul barbituric devine somnifer numai dacă are cel puțin patru atomi de carbon în grupele alchil grefate și că, cu cât numărul acestor atomi de carbon este mai mare, cu atât acțiunea preparatului este mai rapidă și de durată mai lungă.

Cu cât oamenii de știință pătrund mai adânc în studiul naturii unei boli, cu atât mai completă trebuie să fie cercetarea realizată de chimiști. Iar farmacologia, a cărei sarcină era numai să prepare diferite medicamente și să le recomande pentru diferite maladii, devine astăzi o știință din ce în ce mai exactă. Farmacologul de astăzi trebuie să fie chimist, biolog, medic și biochimist laolaltă, astfel ca să nu se mai repete vreodată tragedia thalidomidei.

Sinteza medicamentelor este una din realizările principale ale chimiștilor, creatorii unei naturi noi.

...La începutul acestui secol chimiștii au depus un efort deosebit pentru prepararea unor noi coloranți. Produsul cu care au început a fost acidul sulfanilic. Molecula lui este foarte „flexibilă”, adică în stare de diferite transformări. Și astfel, chimiștii s-au gândit că în anumite condiții, molecula de acid sulfanilic poate fi transformată într-o foarte moleculă de colorant valoros.

Dar aceasta s-a întâmplat exact în realitate. Până în 1935 nu i-a trecut nimănui prin minte că acești coloranți sulfanilici sintetici ar

putea fi în același timp medicamente eficace. Interesul pentru coloranți a scăzut și chimiștii au început să caute noi medicamente, care au primit denumirea generală de sulfamide*. Unele clin cele mai comune sulfamide sunt: sulfapiridina, streptocidiul, sulfametiltiazolul și sulfametazina. Sulfamidele sunt un grup de compuși chimici antibacterieni dintre cei mai importanți.

** Prima sulfamidă utilizată în practică, prontosilul roșu, era un colorant, derivat al acidului sulfanilic.*

...Indienii din America de Sud obișnuiesc să prepare o otravă mortală pentru săgeți, numită curara, din sucul lianelor, Strychnos toxifera. O săgeată înmuiată în curara va produce moartea imediată a inamicului pe care l-a nimerit.

De ce? Pentru a răspunde la această întrebare, chimiștii au trebuit să pătrundă în tainele otrăvirii.

Ei au găsit că principiul activ esențial al curarei este un alcaloid, tubocurarina. Când acesta pătrunde în organism, mușchii își pierd capacitatea ele a se contracta și devin imobili. Respirația devine imposibilă și aceasta produce moartea.

Totuși, în anumite condiții otrava poate fi folositoare. Ea poate fi utilizată de chirurgi în realizarea unor operații foarte complicate. Este întrebuințată spre exemplu în timpul operațiilor de inimă pentru a relaxa mușchii respiratori când organismul este supus respirației artificiale. Astfel un dușman de moarte devine un prieten. Tubocurarina a intrat astfel în practica medicală.

Dar aceasta este prea scumpă, devenind necesară prepararea unui compus mai ieftin și mai accesibil.

Și din nou au intervenit chimiștii. Ei au studiat molecula de tubocurarină din toate punctele de vedere, au descompus-o în diferite moduri și au investigat fragmentele rezultate. Etapă cu etapă, au dezvăluit relația dintre constituția chimică și activitatea fiziologică a preparatului. Ei au găsit că activitatea acestuia se datorește unor anumite grupări conținând atomi de azot încărcați pozitiv și că între aceste grupe trebuie să existe o anumită distanță.

Acum chimiștii și-au putut atinge țelul de a imita natura și a încerca să o întreacă. Mai întâi ei au obținut un preparat nu mai puțin activ decât tubocurarina pe care apoi au început să-l îmbunătățească. Rezultatul a fost sincurina, un preparat de două ori mai activ decât tubocurarina.

Un alt exemplu a fost cazul malariei. Remediul pentru această maladie era de obicei chinina, un alcaloid natural. Dar chimiștii au

fost capabili să prepare o substanță, pamachina, cunoscută și sub numele de plasmochină.

Medicina de astăzi are la dispoziție un imens arsenal de remedii, am putea spune pentru orice ocazie și pentru aproape toate bolile cunoscute.

Există remedii foarte puternice pentru liniștirea sistemului nervos, medicamente care calmează și cea mai iritată persoană. Există și preparate care elimină complet teama. Unui student care dă examene i-ar fi desigur utile!

Există un întreg grup de medicamente cunoscute ca sedative, care calmează iritarea. Unul dintre ele este rezerpina, utilizat cândva intens pentru tratamentul anumitor tulburări psihice (schizofrenia). Chimioterapia este astăzi metoda de bază pentru tratarea tulburărilor mintale.

Dar nu întotdeauna realizările chimiei medicale au dat numai roade pozitive. Există de exemplu, un astfel de remediu fatal (cu greu ar putea fi denumit altfel) ca LSD-25. În multe țări capitaliste el este utilizat ca narcotic, care produce în mod artificial simptomele exacte ale schizofreniei (tot felul de halucinații care pentru un timp pot face pe cineva să uite „dificultățile vieții”). Dar au fost nu puține cazuri în care persoane care iau tablete de LDS-25 nu-și mai recapătă niciodată starea lor normală.

După statisticile actuale, majoritatea mortalității în lume se datorește infarctului miocardic sau apoplexiei cerebrale. Chimiștii ajută în lupta împotriva acestor maladii inventând diferite stimulente cardiace sau medicamente pentru dilatarea vaselor cerebrale.

Datorită tubazidei și acidului pamaminosalicilic (PAS), alte două medicamente sintetizate de chimiști, medicii pot vindeca astăzi tuberculoza în cea mai mare parte din cazuri.

În sfârșit, oamenii de știință depun mari eforturi pentru căutarea unui remediu împotriva cancerului, această îngrozitoare povară a speciei umane. Există încă foarte multe necunoscute în acest domeniu și se acordă o mare atenție acestor cercetări.

Medicii așteaptă noi substanțe miraculoase puse la dispoziție de chimiști și nu le așteaptă în zadar: nu există nicio îndoială că și în acest domeniu chimia va face față la fel de bine ca oriunde altundeva.

Un miracol din mucegai

Cuvântul despre care vrem să vorbim era cunoscut de multă vreme medicilor și microbiologilor și era menționat în anumite cărți. Dar până nu demult el nu însemna absolut nimic pentru cineva care nu avea de a face cu biologia sau medicina. Chiar mulți chimiști nu-i cunoșteau înțelesul. Astăzi însă îl știe toată lumea. Cuvântul este „antibiotic”.

Dar înainte ca un om oarecare să cunoască cuvântul „antibiotic” el a învățat cuvântul „microb”. Este stabilit că un număr de boli ca pneumonia, meningita, dizenteria, tifosul, tuberculoza și altele se datoresc microorganismelor. Antibioticele au fost necesare pentru a lupta cu aceste microorganisme.

Acțiunea curativă a unor anumite mucegaiuri a fost cunoscută încă din Evul Mediu. Adevărul este că ideile esculapilor medievali erau destul de ciudate. De exemplu, se credea că singurul tip de mucegai care ajută la vindecarea bolilor este cel luat de pe craniul oamenilor spânzurați sau executați pentru crimă.

Dar aceasta nu are o semnificație deosebită. Ceea ce este important este faptul că chimistul englez Alexander Fleming a reușit să izoleze principiul activ dintr-o specie de mucegaiuri (ciuperci) pe care le studia. De aici a provenit penicilina, primul antibiotic.

Penicilina s-a dovedit a fi o armă excelentă în lupta împotriva microorganismelor patogene: streptococi, stafilococi etc. Ea a învins

chiar *Spirochaeta pallida*, microbul care produce sifilisul.

Dar, deși Alexander Fleming a descoperit penicilina în 1928, formula ei a fost stabilită abia în 1945. În 1947 penicilina a fost sintetizată total în laborator. Se pare că în cele din urmă omul a întrecut natura. Dar acest lucru nu a fost chiar așa. Sinteza penicilinei în laborator nu este un lucru simplu; este mult mai ușor să fie preparată din mucegai.

Dar chimiștii nu s-au lăsat înfricoșați. Și aici au avut un cuvânt de spus, fiind capabili să dea o dovadă grăitoare. „Productivitatea” penicilinei preparată din mucegai era foarte scăzută, iar oamenii de știință s-au hotărât să-i crească eficiența.

Ei au găsit substanțe care, întipărite în aparatul ereditar al microorganismelor, le modifică caracterele. Mai mult, aceste noi caractere devin ereditare. Rezultatul a fost o nouă tulpină de ciuperci care producea mult mai activ penicilina.

Sortimentul de antibiotice de astăzi este foarte impresionant: streptomicina și teramicina, tetraciclina și aureomicina, biomicina și eritromicina. În total aproape o mie de antibiotice diferite sunt astăzi cunoscute și aproximativ o sută din ele se folosesc pentru tratarea diferitelor maladii. Chimia joacă un rol important în prepararea lor.

După ce microbiologii au realizat ceea ce se cunoștea ca mediu de cultură lichid conținând colonii de microorganisme, chimiștii au preluat problema.

Era sarcina lor să izoleze antibioticele, adică „principiul activ”. Se întrebuințează diferite procedee chimice pentru extragerea compușilor organici complecși din materiale brute „naturale. Antibioticele sunt preluate de diferiți absorbanți. Cercetătorii folosesc „clești chimici” adică extrag antibioticele cu diferiți solvenți. Ei le purifică cu ajutorul rășinilor schimbătoare de ioni și ie precipită din soluții. Rezultatul este un antibiotic brut, care este apoi supus unui lung ciclu de operații de rafinare până când devine în cele din urmă o substanță cristalină pură.

Unele dintre acestea, cum este penicilina, sunt încă sintetizate cu ajutorul microorganismelor. Dar producerea altora este numai pe jumătate naturală.

Dar există antibiotice ca sintomicina, pe care chimiștii le produc în întregime fără ajutorul naturii. Astfel de preparate se sintetizează de la început până la sfârșit în uzine chimice.

Fără puternicele metode ale chimiei cuvântul „antibiotic” nu ar fi devenit niciodată atât de larg cunoscut și nici adevărata revoluție produsă în medicină de aceste antibiotice nu ar fi avut loc vreodată.

Microelementele, vitaminele din plante

Cuvântul „element” are multe sensuri. De exemplu, poate însemna atomii unei anumite specii având aceeași încărcare nucleară. Dar ce sunt „microelementele”? Ele sunt elemente chimice prezente în organismele plantelor și animalelor în cantități foarte mici. Organismul uman conține 65% oxigen, aproximativ 18% carbon și 10% hidrogen. Acestea sunt macroelemente deoarece ele sunt prezente în cantități mari. Dar titanul și aluminiul pot fi numite microelemente deoarece conținutul lor este de numai o miime dintr-un procent pentru fiecare.

La începuturile biochimiei nimeni nu dădea vreo atenție unor astfel de fleacuri. A suta mia parte doar dintr-un procent era într-adevăr prea puțin să se poată vorbi despre ea, cu atât mai mult cu cât pe atunci cantități atât de mici nici nu puteau fi determinate. Pe măsură ce industria și metodele de analiză au progresat, oamenii de știință au început să găsească din ce în ce mai multe elemente în materia vie. Totuși, pentru o vreme îndelungată, rolul microelementelor a rămas necunoscut. Chiar astăzi, deși analiza chimică permite determinarea unei milionimi și chiar a unei a suta milioana părți dintr-un procent de impurități din practic orice probă, importanța multor

microelemente pentru activitățile vitale ale plantelor și animalelor nu a fost încă stabilită.

Dar sunt totuși câteva lucruri care au fost stabilite. De exemplu, se știe că diferite organisme conțin elemente ca bor, cobalt, cupru, mangan, vanadiu, iod, fluor, molibden, zinc și chiar… radiu. Da, radiu, deși sub formă de urme.

Întâmplător, aproape 70 elemente chimice au fost detectate până acum în organismul uman și există motive să se creadă că acesta conține elementele întregului Tabel periodic. Mai mult, fiecare element joacă un rol bine definit. Există chiar părerea că multe boli se datoresc unei tulburări a echilibrului microelementelor din organism.

Fierul și manganul joacă un rol important în fotosinteza plantelor. Dacă o plantă crește într-un sol care nu conține fier nici în urme, frunzele și tulpina ei vor fi albe ca hârtia. Dar dacă o astfel de plantă este stropită cu o soluție de săruri de fier, ea își va căpăta imediat culoarea naturală, verde. Cuprul este de asemenea necesar pentru fotosinteză și afectează asimilarea azotului de către organismele plantelor. O deficiență de cupru în plante duce la o slabă sinteză de proteine al căror constituent este azotul.

Compușii complecși organici ai molibdenului sunt constituenți ai diferitelor enzime. Deficiența în molibden poate produce uscarea

frunzelor datorită acumulării excesive de azotați, care nu sunt asimilați de plante în absența molibdenului. Molibdenul influențează de asemenea conținutul de fosfor din plante. În absența sa, fosfații anorganici se transformă în fosfați organici. Deficiența în molibden afectează și acumularea pigmenților (monotonia colorată); în plante frunzele devin pătate și palide.

În absența borului plantele asimilează deficitar fosforul. Borul influențează de asemenea un transfer mai bun al zaharurilor prin sistemul plantei.

Microelementele joacă un rol important și în organismele animale. S-a găsit că absența completă a vanadiului în alimentația animalelor produce lipsa poftei de mâncare, putând cauza chiar moartea. Pe de altă parte, crescând cantitatea de vanadiu în hrana porcilor, are loc o creștere rapidă a greutății acestora și formarea unui strat gros de grăsime.

Zincul joacă un rol important în metabolism, fiind un constituent al eritrocitelor la animale.

Când un animal (sau un om) este într-o stare de excitare, ficatul său elimină mangan, siliciu, aluminiu, titan și cupru în circulația sanguină, dar dacă sistemul nervos central este inhibat, se elimină numai mangan, cupru și titan, eliberarea siliciului și aluminiului fiind

întârziată. În afară de ficat, conținutul în microelementele din sânge este reglat de creier, rinichi, plămâni și mușchi.

Elucidarea rolului microelementelor în creșterea și dezvoltarea plantelor și animalelor este un țel foarte important și interesant al chimiei și biologiei. Rezolvarea acestei probleme va da fără îndoială rezultate substanțiale în viitorul apropiat și va oferi științei o nouă cale către crearea unei naturi noi.

Ce mănâncă plantele și ce legătură are chimia cu aceasta

Încă din timpuri străvechi existau bucătari vestiți pentru realizările lor culinare. Mesele palatelor regale erau încărcate cu tot felul de mâncăruri rafinate. Lumea înstărită devenise foarte preocupată de ceea ce mânca.

S-ar părea că plantele nu sunt chiar atât de interesate de aceasta. Plantele ierboase și arbuștii au supraviețuit în deserturi fierbinți ca și în tundra polară. Ele pot fi pipernicite sau pot avea o înfățișare jalnică și totuși să trăiască.

Există ceva necesar dezvoltării lor, dar ce? Oamenii de știință au căutat acest „ceva" misterios multă vreme.

Cu toate experiențele lor, cu toate discuțiile purtate, nu s-a găsit nimic precis.

Răspunsul a fost dat abia la mijlocul secolului trecut de către renumitul chimist german Justus von Liebig. Ajutat de analiza chimică el a „descompus" o mare varietate de plante în elementele lor chimice componente. La început nu erau așa de multe, zece cu totul: carbon, hidrogen, oxigen și azot, calciu și potasiu, fosfor și sulf, magneziu și fier. Dar aceste zece elemente au dat naștere vastului ocean de straturi ale Pământului.

Urmează deci că, pentru ca plantele să rămână vii, ele trebuie într-un fel să asimileze, să „mănânce" aceste elemente.

Dar cum? Unde sunt depozitele de alimente ale plantelor? Evident în sol, în apă și aer.

Existau totuși câteva lucruri ciudate care trebuiau explicate. În unele soluri o plantă se poate dezvolta rapid, face flori și fructe, în timp ce în altele se ofilesc, primind un aspect bolnăvicios. Evident, din aceste soluri, lipsesc unele elemente.

Chiar înainte de Liebig, oamenii știau că dacă aceleași plante se seamănă an de an chiar în cel mai fertil sol, recolta devine din ce în ce mai proastă.

Solul sărăcește. Plantele „mănâncă” treptat toate elementele chimice de care au nevoie.

Solul trebuie „hrănit”, adică provizia de substanțe consumate din el trebuie „refăcută”. Cu alte cuvinte, el trebuie fertilizat, cum se spune de obicei. Fertilizatorii au fost utilizați încă din timpurile cele mai vechi. Ei se introduceau în sol în mod intuitiv, pe baza experienței transmise din generație în generație.

Liebig a ridicat utilizarea fertilizatorilor la rangul de știință, această știință primind numele de agrochimie. Chimia a început să-și aducă serviciile la creșterea plantelor. Ei i-a revenit sarcina de a învăța lumea modul corect de utilizare a fertilizatorilor cunoscuți și de a inventa noi fertilizatori.

Astăzi se cunosc zeci de fertilizatori. Cei mai importanți dintre ei sunt fertilizatorii pe bază de potasiu, azot și fosfor deoarece fără aceste trei clemente nu poate crește nicio plantă.

O mică analogie, sau cum hrănesc chimiștii plantele cu potasiu

...Era o vreme când uraniul, care astăzi este foarte bine cunoscut, locuia pe străzile lăuntrice ale științelor chimice. Numai vopsitul sticlei și fotografia ridicau pretenții timide. Apoi, în uraniu s-a găsit radiu. Mii de tone de minereuri de uraniu dădeau o cantitate neînsemnată de metal argintiu, dar deșeurile conținând cantități imense de uraniu continuau să blocheze locurile de depozitare vreme îndelungată. Totuși, în cele din urmă, a bătut ceasul și pentru uraniu când s-a dovedit că el este cheia puterii omului asupra energiei atomice. Deșeurile au devenit comori.

Depozitele de săruri din Stassfurt, în Germania, erau cunoscute din timpuri străvechi. Ele conțineau multe săruri, mai ales de potasiu și sodiu. Sarea de sodiu, care este sarea de bucătărie, și-a găsit imediat întrebuințare. Sărurile de potasiu erau aruncate fără părere de rău, formând munți uriași în jurul minelor. Nimeni nu știa ce să facă cu ele. Deși agricultura avea nevoie de fertilizatori, deșeurile de la Stassfurt nu puteau fi folosite deoarece ele conțineau o mare proporție de magneziu. Deși binefăcător plantelor în doze mici, acesta este fatal în doze mari.

Din nou chimia a venit în ajutor. S-a găsit o metodă simplă pentru separarea magneziului de sărurile de potasiu, iar munții din jurul minelor din Stassfurt au început să dispară ca zăpada primăvara. Istoricii științei relatează că prima uzină pentru prelucrarea sărurilor de potasiu a fost construită în Germania, în 1811. Un an mai târziu existau deja patru uzine iar prin 1872, 32 uzine germane prelucrau anual mai mult de o jumătate de milion de tone sare impură.

Uzinele de fertilizatori pe bază de potasiu s-au răspândit în scurt timp în multe țări. Astăzi producerea sărurilor de potasiu în multe țări depășește de mai multe ori pe cea a sării de bucătărie.

„Criza azotului”

Aproape o sută de ani după descoperirea azotului, un renumit microbiolog scria: „Azotul este mai valoros din punct de vedere al biologiei generale decât cele mai rare dintre metalele nobile”. Și a avut dreptate. Azotul este practic un constituent al tuturor moleculelor de proteine de origine vegetală sau animală. Fără azot nu există proteine și fără proteine nu există viață. Engels spunea că „viața este o formă de existență a proteinelor”.

Pentru a produce molecule proteice plantele au nevoie de azot. Dar de unde îl iau? Reactivitatea chimică a azotului este slabă, el nu intră în reacție în condiții obișnuite. Deci plantele nu pot utiliza azotul atmosferic. Într-adevăr „poți să tragi un somn bun de la ceașcă la buze”.

Așadar, toată rezerva de azot a plantelor se află în sol. Dar vai, ce săracă este această rezervă! Constă din numai câțiva componenți conținând azot. De aceea solul pierde repede azotul pe care-l conține și are nevoie de adăugarea unor fertilizatori cu azot.

Numele de „salpetru de Chile” aparține acum istoriei, dar cu vreo 70 ani în urmă se vorbea de el pretutindeni.

Vastul teritoriu al Republicii Chile cuprinde fiorosul deșert Atacama care se întinde pe sute de kilometri. La prima vedere pare un deșert obișnuit, dar un lucru curios îl deosebește de toate deserturile de pe glob: un strat relativ subțire de nisip acoperă depozite de azotat de sodiu, cunoscut și sub numele de salpetru de sodiu. Aceste depozite au fost cunoscute cu mult timp în urmă, dar pentru prima oară au fost luate serios în seamă probabil atunci când în Europa a început să se simtă lipsa prafului de pușcă. Trebuie amintit că înainte praful de pușcă se făcea din cărbune de lemn, sulf și salpetru.

S-a trimis o expediție rapidă pentru a aduce produsul de peste ocean. Totuși, întreaga încărcătură a trebuit aruncată în mare. S-a

dovedit că numai salpetrul de potasiu putea fi folosit pentru producerea prafului de pușcă. Salpetrul de sodiu absorbea rapid umezeala din atmosferă făcând praful de pușcă inutilizabil.

Nu era prima dată când europenii trebuiau să arunce în mare mărfuri aduse de peste ocean. În secolul al șaptesprezecelea, pe țărmurile râului Platino-del-Pinto s-au găsit granule dintr-un metal alb denumit ulterior platină. Când platina a fost adusă în Europa pentru prima oară, în 1735, nimeni nu știa ce să facă cu ea. Dintre metalele nobile se cunoșteau pe atunci numai aurul și argintul, platina nu avea încă un rost. Dar oamenii au observat că densitățile platinei și aurului erau destul de apropiate și bazându-se pe acest fapt au început să adauge platină aurului utilizat pentru fabricarea monedelor. Dar aceasta era falsificare. Guvernul spaniol a interzis orice fel de import de platină, iar în ceea ce privește rezervele din țară, acestea au fost colectate și aruncate în mare în prezența a numeroși martori.

Dar istoria salpetrului de Chile nu s-a sfârșit. S-a găsit că el este un fertilizator excelent pe care natura îl pune cu dărnicie la dispoziția omului. În acel timp nu se cunoșteau alți fertilizatori pe bază de azot. În depozitele din Chile au început operații miniere intense, iar vase încărcate cu fertilizator valoros părăseau zilnic portul Iqueque pentru a aproviziona toate părțile globului.

...În 1898 prezicerea sumbră a lui Sir Willian Crookes a umplut lumea de spaimă. Într-unul din discursurile sale el a prognosticat moartea omenirii prin lipsa de azot. Anual, câmpurile sunt sărăcite în azot odată cu strângerea recoltei, spunea el, și depozitele de salpetru de Chile se epuizează treptat. Bogăția depozitată în deșertul Atacama este doar o picătură în ocean.

Dar apoi, oamenii de știință au fost aceia care s-au gândit la atmosferă. Primul om care a atras atenția asupra depozitelor nelimitate de azot din atmosferă a fost, se pare, renumitul savant rus Timiriazev, care credea cu convingere în știință și în puterea geniului uman. El nu a împărtășit temerile lui Crookes. Era sigur că omenirea va depăși criza de azot și va găsi o cale să iasă din această situație. Și a avut dreptate. Nu mai târziu de 1903 doi norvegieni, savantul Kristian Birkeland și inginerul Samuel Eyde au realizat pe scară industrială fixarea azotului atmosferic cu ajutorul unui arc electric.

Cam în același timp, chimistul german Friz Haber a realizat un procedeu pentru producerea amoniacului din azot și hidrogen. Aceasta a rezolvat în sfârșit problema azotului combinat atât de necesar hrănirii plantelor. În atmosferă există o mare cantitate de azot. Oamenii de știință au calculat că dacă tot azotul din atmosferă s-ar transforma în fertilizatori, ar fi desul pentru a hrăni toate plantele din lume timp de mai mult de un milion de ani.

La ce este bun fosforul?

Justus Liebig susținea că o plantă poate absorbi azotul atmosferic, și că solul trebuie fertilizat numai cu potasiu și fosfor. Dar aceste elemente nu i-au adus noroc. Fertilizatorul brevetat de el, pe care o firmă engleză s-a angajat să-l producă, nu a reușit să mărească recolta. Abia după mulți ani a reușit Liebig să înțeleagă și să-și estimeze greșeala. El a utilizat fosfați insolubili, temându-se că sărurile solubile ar putea fi spălate din sol, de ploaie. Dar s-a dovedit că plantele nu pot folosi fosforul din fosfații insolubili. Iar omul a fost obligat să elaboreze pentru plante un fel de produs semi-finit.

În fiecare an recoltele din toată lumea consumă aproximativ 10 milioane tone acid fosforic din sol. De ce le trebuie plantelor fosforul? El nu face parte nici din structura grăsimilor, nici din cea a zaharurilor, iar cele mai multe proteine, în special cele simple, nu conțin fosfor. Totuși, fără fosfor, niciunul din acești compuși nu se poate forma.

Fotosinteza are loc în cloroplastele din celulele plantelor, ele fiind organele speciale afectate acestui scop. Cloroplastele conțin o mulțime de compuși cu fosfor. În general, cloroplastele pot fi

comparate cu stomacul unui animal în care hrana este digerată și asimilată, întrucât ele se ocupă direct de „cărămizile de construcție44 ale plantei, și anume dioxidul de carbon și apa.

Planta absoarbe dioxid de carbon din aer cu ajutorul compușilor cu fosfor. Fosfații anorganici transformă dioxidul de carbon în ioni de carbon din care sunt apoi construite moleculele organice complexe.

Desigur, aceasta nu epuizează rolul fosforului în activitățile vitale ale plantelor, însă nici nu se poate spune că importanța sa pentru plante este total cunoscută. Totuși, chiar ceea ce se știe deja arată că rolul său este foarte important.

Ostilități chimice

Există un adevărat război, deși nu folosește nici artilerie, nici tancuri, rachete sau bombe. Este un război „tăcut”, adesea neobservat de mulți, dar nu război nimicitor. Victoria în acest război aduce fericirea tuturor oamenilor. Tăunul obișnuit produce oare multe stricăciuni? S-a calculat că în Uniunea Sovietică pagubele produse numai de această creatură stricătoare se ridică la milioane de ruble pe an. Dar buruienile? Ele costă Statele Unite patru milioane de

dolari anual. Sau să luăm lăcustele; ele sunt o adevărată catastrofă ce transformă câmpurile înfloritoare în deşerturi goale, fără viață. Dacă am calcula toate pagubele aduse agriculturii mondiale de către dăunătorii vegetali și animali numai în decurs de un an, suma este greu chiar de imaginat. Banii ar ajunge pentru a hrăni 200 milioane de persoane timp de un an întreg.

Există sufixul „cid" care înseamnă „care omoară". Chimiștii au făcut tot felul de „cide". Ei au făcut insecticide, care omoară insecte, rodenticide care omoară rozătoarele, erbicide pentru distrugerea buruienilor. Diferite rozătoare, insecte și ierburi înainte erau omorâte cu substanțe anorganice: arsenic, sulf, cupru, bariu, fluor și mulți alți compuși otrăvitori. Totuși, începând cu mijlocul celui de al patrulea deceniu, substanțele toxice organice au găsit o aplicare din ce în ce mai largă. Această orientare spre compușii organici a fost făcută în mod deliberat. Aceștia, nu numai că sunt mai puțin toxici pentru om și animale, dar sunt universali și necesari în cantități mult mai mici decât substanțele anorganice, pentru a obține același efect. Este suficientă doar o milionime de gram de praf de DDT pe centimetru pătrat de pământ pentru a distruge complet anumite insecte.

Există anumite aspecte curioase legate de utilizarea substanțelor toxice organice. Una din cele mai larg folosite substanțe din această clasă în momentul de față este hexaclorciclohexanul. Dar puțini știu că această substanță a fost obținută prima dată de Faraday în 1825.

Mai bine de o sută de ani chimiștii au studiat hexaclorciclohexanul fără măcar să bănuiască proprietățile sale deosebite. Și numai după 1935, când biologii au început să-l studieze, acest insecticid a început să fie realizat pe scară industrială. Unele dintre cele mai bune insecticide cunoscute astăzi sunt compușii organofosforici, cum ar fi fosfamida sau M-81.

Până de curând pentru protecția plantelor și animalelor se foloseau substanțe cu acțiune externă. Totuși, este ușor de înțeles că o ploaie furtunoasă sau un vânt puternic spală sau împrăștie aceste substanțe protectoare, ele trebuind să fie aplicate din nou. Și astfel oamenii de știință au început să lucreze la problema modului de introducere a substanțelor toxice în organismele ce trebuie protejate. Efectul ar fi asemănător vaccinării la om: o persoană vaccinată nu are nicio teamă de boala pentru care este vaccinată. Îndată ce microbii pătrund într-un astfel de organism, ei sunt distruși de către invizibili „paznici ai sănătății” care apar în acel organism ca rezultat al vaccinării.

S-a reușit chiar să se prepare substanțe cu acțiune toxică internă. Oamenii de știință s-au folosit de diferența între structura organismelor dăunătorilor și cea a plantei. O astfel de substanță este inofensivă pentru plante dar constituie o otravă puternică pentru insectă.

Chimia protejează plantele nu numai de insecte, ci și de buruieni. Substanțele numite erbicide au fost inventate pentru a distruge buruienile, dar fără a influența practic dezvoltarea plantelor de cultură.

Pare ciudat, dar primele erbicide au fost probabil fertilizatorii. De multă vreme, fermierii observaseră că dacă se crește cantitatea de superfosfați sau de sulfat de potasiu care se aplică pe câmp, plantele de cultură cresc intens, în timp ce creșterea buruienilor este încetinită. Astăzi, ca și în cazul insecticidelor, compușii organici au devenit principalele ierbicide.

Ajutoarele fermierului

Băiatul are puțin peste 16 ani. Și iată-l, poate pentru prima oară în viață într-o parfumerie, nu numai din curiozitate, dar și din necesitate. Îi crește mustața și a venit să cumpere articole pentru ras.

Aceasta este o operație destul de emoționantă pentru începători, dar după 10—15 ani unii preferă să-și lase barbă

Iarba este nedorită pe calea ferată. De aceea oamenii o taie în fiecare an cu seceri și coase. Dar să considerăm calea ferată Moscova – Habarovsk. Ea are o lungime de 9 000 km și pentru a tăia toată iarba de-a lungul ei (ceea ce trebuie făcut de câteva ori în fiecare vară) ar fi necesari aproape 1 000 muncitori lucrând continuu.

Nu ar putea fi inventată o metodă chimică de „tuns”? Se pare că s-ar putea.

Pentru a tăia iarba de pe un hectar trebuie să lucreze 20 oameni o zi întreagă. Ierbicidele realizează această operație pe aceeași suprafață în câteva ore, iarba fiind complet „rasă”.

Știți ce sunt defolianții? „Folium” înseamnă, în limba latină, frunză. Defoliantul este o substanță chimică ce produce căderea frunzelor. Utilizarea defolianților a făcut posibilă mecanizarea culegerii bumbacului. An de an, secol după secol oamenii ieșeau pe câmpuri și culegeau capsulele de bumbac cu mâna. Cine nu a asistat la culesul manual al bumbacului cu greu își imaginează ce muncă grea este aceasta, cu atât mai mult cu cât se desfășoară în plin soare, la o temperatură de 40—50°C. Acum totul este mult mai simplu. Cu câteva zile înainte de deschiderea capsulelor de bumbac, plantația de bumbac este tratată cu defolianți. Cel mai simplu dintre aceștia este $Mg(ClO_3)_2$. Frunzele cad din tufele respective, după care combinele de bumbac trec pe câmp. Întâmplător o altă substanță

chimică ce poate fi utilizată ca defoliant este $CaCN_2$ și, mai mult, partea din ea, ce cade pe pământ când se tratează tufișurile constituie un fertilizator azotat pentru sol.

Dar chimia a mers și mai departe în ajutorul agriculturii, „rectificând” natura. Au fost descoperite substanțele numite auxine, care reprezintă hormoni ai plantelor, stimulând creșterea plantelor. La început, pentru acest scop au fost folosiți numai compuși naturali, dar acum chimiștii au învățat să sintetizeze în laborator pe cei mai simpli dintre ei, de exemplu heteroauxinele. Aceste substanțe nu numai că accelerează creșterea plantelor, înflorirea și fructificarea, dar îmbunătățesc rezistența și vitalitatea lor. În plus, s-a găsit că folosirea auxinelor în concentrații crescute are un efect exact opus, întârziind creșterea și dezvoltarea plantelor.

Aici avem o analogie aproape totală cu medicamentele. Există medicamente care conțin arsen, bismut, mercur, deși în concentrații crescute toate aceste substanțe sunt otrăvitoare.

De exemplu, auxinele pot prelungi multă vreme perioada de înflorire a plantelor decorative, mai ales a florilor. În cazul unui ger brusc primăvara, ele pot în-târzia înmugurirea și înflorirea pomilor, și așa mai departe. Pe de altă parte, în regiunile reci unde vara este scurtă, aceste substanțe fac posibilă creșterea accelerată a multor fructe și legume. Și deși se cunosc toate aceste proprietăți ale

auxinelor, ele nu au fost încă utilizate pe scară mare, nu există nicio îndoială că în viitorul apropiat aceste ajutoare ale fermierilor vor găsi o largă utilizare.

Fantome care ajută

Iată un fapt care ar putea face senzație în ziare: un om de știință renumit primește în dar de la colegii recunoscători un vas de aluminiu. Ar trebui să fii mulțumit pentru orice cadou, dar ca să dai cadou un vas de aluminiu… ce subiect excelent de sarcasm. Așa s-ar întâmpla acum, dar cu o sută de ani în urmă un astfel de cadou părea deosebit de generos. De fapt, un vas de aluminiu a fost oferit de către chimiștii englezi, nu oricui, ci chiar lui D. Mendeleev. I s-a dat cadou ca o recunoaștere a serviciilor deosebit de valoroase aduse științei.

Iată ce relativ este totul în această lume! În secolul trecut nu se cunoștea nicio metodă ieftină de producere a aluminiului din minereurile respective. De aceea metalul era scump. Când s-a găsit o astfel de metodă, prețul a scăzut brusc.

Chiar și astăzi, multe din elementele Sistemului periodic sunt departe de a fi ieftine, ceea ce limitează aria aplicabilității lor practice. Dar suntem siguri că această situație nu va dura. Chimia și fizica vor „coborî prețurile” elementelor și nu numai o dată. Ele vor face cu siguranță acest lucru deoarece practica atrage din ce în ce mai mulți locuitori ai Tabelului periodic în sfera activităților ei.

Dar sunt elemente care fie că nu se găsesc în scoarța Pământului, fie se întâlnesc în cantități atât de neînsemnate încât se poate spune că ele practic nu există. Astfel sunt astatiniul și franciul, neptuniul și plutoniul, prometiul și techneţiul…

Totuși, aceste elemente pot fi preparate artificial. Și imediat ce chimistul are la dispoziția sa un nou element, el începe să se gândească ce să facă pentru a-l face folositor în viața de toate zilele.

Până acum plutoniul este practic cel mai important element artificial. Ca urmare, producția sa mondială depășește pe cea a multora din elementele „obișnuite” ale Sistemului periodic. Putem adăuga că chimiștii consideră plutoniul ca unul din elementele cele mai cunoscute, deși el are o „vârstă” de puțin peste un sfert de veac. Aceasta nu întâmplător, căci plutoniul este un „combustibil” excelent pentru reactoarele nucleare, nu mai puțin bun decât uraniul.

Sursa de energie a unora dintre sateliții americani ai Pământului au fost americiul și curiul. Aceste elemente sunt recunoscute pentru

radioactivitatea foarte mare, eliberând prin descompunere o mare cantitate de căldură. Termocuplurile transformă această căldură în electricitate.

Să vedem acum ce este cu prometiul, care nu s-a găsit până azi în minereurile terestre? El intră în construcția bateriilor miniaturale, ceva mai mari decât capul unei pioneze. Cele mai bune baterii chimice nu durează mai mult de jumătate de an. Bateria atomică de promețiu funcționează continuu timp de 5 ani, domeniul său de aplicare extinzându-se de la proteze auditive până la proiectile dirijate.

Astatiniul își oferă serviciile medicilor pentru lupta împotriva bolilor tiroidiene. Acum se fac încercări de a vindeca bolile tiroidiene cu ajutorul radiațiilor radioactive. Se știe că iodul se acumulează în glanda tiroidă iar astatiniul este analogul chimic al iodului. Introdus în organism, astatiniul se concentrează în glanda tiroidă, iar proprietățile sale radioactive fac restul.

Unele dintre elementele artificiale sunt complet lipsite de aplicații practice. Într-adevăr, serviciul pe care ele îl aduc omenirii este unilateral, deoarece oamenii pot utiliza numai proprietățile lor radioactive. Dar aceasta numai pentru că chimiștii nu au descoperit încă proprietățile lor chimice. O excepție este technețiul. S-a

descoperit că sărurile acestui metal fac obiectele din fier și oțel foarte rezistente la coroziune.

Câteva cuvinte de scuză

Cel mai dificil lucru în unele aventuri este să te oprești la timp.

Deci, trebuie să se oprească la timp chiar cineva care are în vârful peniței sale o poveste foarte antrenantă despre chimie.

Dar aceasta a fost doar o introducere. Ceea ce am vrut să spunem sunt în concluzie cele ce urmează.

Am asistat odată la dispute aprinse, foarte asemănătoare celor cunoscute ca „problema materiei și spiritului”, într-adevăr, de data aceasta ambele părți în dispută erau reprezentanți ai științelor exacte. Unul dintre participanți declara că nu există o asemenea știință și anume chimia. Există, aproba el apoi, dar ca un caz particular al fizicii. Iată ce spunea:

„Chimia nu este o știință aparte – continua el – pentru că indiferent la ce proces chimic te referi, îi poți explica mecanismul său

intim numai pe baza legilor fizicii. Interacția a doi atomi este în esență un schimb de electroni. Și ce face ca un astfel de schimb să fie posibil? Pe ce se bazează legătura chimică? Pe legi fizice…”

Vă puteți imagina cât de nedreptățiți s-au simțit chimiștii auzind o astfel de părere.

Electronii rămân electroni, dar chimia, această știință veche dar veșnic tânără, există! Ea are regulile și legile ei proprii, istoria sa proprie și perspective nelimitate, chiar dacă adesea trebuie să recurgă la ajutorul fizicii, matematicii și chiar ciberneticii.

Aspectul deosebit al chimiei secolului douăzeci, diferența față de perioadele anterioare de dezvoltare este că ea s-a scindat în numeroase direcții independente. Direcții nu este cel mai potrivit cuvânt; mai curând, ramuri independente ale științei: electrochimia, fotochimia, radiochimia, chimia temperaturilor și presiunilor scăzute și ale temperaturilor și presiunilor înalte, și așa mai departe.

Și nu este neobișnuit ca un om de știință ce lucrează în una din aceste ramuri să întâmpine dificultăți în a-l înțelege pe colegul său, care este specializat în altă ramură. Nici măcar nu este o dovadă de incompetență.

„Dialectele” chimiei au devenit „limbi” independente ale chimiei.

Și aceasta este doar o parte a problemei.

Astăzi chimia a devenit legată intim de alte științe: biologia, geologia, mecanica și cosmogonia. Aceste „alianțe” au dat naștere unei întregi pleiade de ceea ce nu-mim științe hibride: biochimia, geochimia, cosmochimia, mecanica fizico-chimică și multe altele.

Să luăm biochimia. Este ramura oare va trebui să ne spună ce este viața. Împreună cu farmacologia și medicina, biochimia va trebui să găsească remedii din ce în ce mai puternice în lupta cu bolile.

Sau cosmochimia, chimia stelelor și plantelor îndepărtate. Deși abia a luat naștere, datele sale privind evoluția Universului nu vor fi de neglijat.

Și iată că iese la iveală ceva neașteptat. Tocmai aceste ramuri hibride dau naștere aproape zilnic celui mai remarcabil fruct. Ele relevă fapte, observații pe care nimeni nu le-a bănuit vreodată. Acești „hibrizi” conțin cea mai măreață promisiune pentru practică.

Să vedem acum partea noastră din problemă. Să presupunem că luați o bucată de hârtie și vreți și scrieți pe ea ceva din chimie. Scrieți o frază sau două și deodată vă apare un grup de noi aspecte, aspecte de fizică și biologie. Și imediat ideea perfect clară pe care o aveați devine vagă și încețoșată. Amintiți-vă cum la ceaiul din „Alice

în țara minunilor” nebunul Hatter i-a spus Alicei următoarea ghicitoare: „De ce seamănă un corb cu un pupitru de scris?” Alice nu a putut da răspunsul pentru că nu era niciunul. Evident nu este nicio legătură între corbi și pupitre de scris. Dar știința de astăzi, mai ales chimia, nu rareori găsește o anumită legătură între astfel de lucruri.

Dacă în viitor vom mai avea vreodată ocazia să scriem o carte de popularizare despre chimie, vom folosi probabil ghicitoarea lui Hatter ca o epigramă.

Dar în această carte ne-am străduit să ne oprim strict la chimie.

L.Vlasov • D.Trifonov